

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Е. А. Барановская

ГЕОДЕЗИЯ С ОСНОВАМИ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ для
студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
35.03.04 – Агрономия

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2023

УДК 528.2/3:528.4:528.5:528.9:528.01/.06:528.02

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов питания
ФГБОУ ВО «КГТУ» М. Н. Альшевская

Барановская, Е. А.

Геодезия с основами землеустройства: учеб.-методич. пособие по выполнению лабораторных работ для студентов, обучающихся в бакалавриате по напр. подгот. 35.03.04 Агрономия / Е. А. Барановская. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 49 с.

В учебно-методическом пособии по выполнению лабораторных работ «Геодезия с основами землеустройства» представлены план проведения занятий, учебно-методические материалы по выполнению каждой лабораторной работы, общее содержание изучаемых тем, требование к технике безопасности при выполнении работ, форма отчета по лабораторному занятию, вопросы для самоконтроля.

Табл. 9, рис. 12, список лит. – 8 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой агрономии и агроэкологии 26 сентября 2022 г., протокол № 3

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 сентября 2022 г., протокол № 10

УДК 528.2/3:528.4:528.5:528.9:528.01/.06:528.02

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2023 г.
© Барановская Е. А., 2023 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ.....	5
2 ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	45
4 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ	48

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Геодезия с основами землеустройства» относится к блоку 1 общепрофессионального модуля ОПОП ВО по направлению подготовки 35.03.04 – Агрономия.

Целью выполнения лабораторных работ является формирование у обучающегося теоретических и практических знаний, комплекса профессиональных компетенций, обеспечивающих способность использовать геологические, геоморфологические, топографические карты и геодезические приборы при оценке агроландшафтов, анализировать и обосновывать внутрихозяйственное землеустройство территорий сельскохозяйственной организации и предприятий.

Задачи изучения дисциплины и лабораторного практикума:

- готовность представлять результаты в форме отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений;

- освоение методов работы с геодезическими приборами и инструментами на всех этапах проведения геодезических работ;

- формирование навыков работы с топографическими планами и картами;

- установление соответствия агроландшафтных условий требованиям сельскохозяйственных культур при их размещении по территории землепользования;

- освоение методов организации работы коллектива подразделения сельскохозяйственной организации по производству продукции растениеводства.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- структуру землеустройства сельскохозяйственных предприятий;

- основные составные части земельного кадастра для агроэкологической оценки земель сельскохозяйственного назначения и рационального землепользования;

уметь:

- планировать размещение сельскохозяйственных культур на территории землепользования в соответствии с агроландшафтными условиями;

- пользоваться геодезическими приборами при проведении землеустройства, составлять проект внутрихозяйственного землеустройства с целью разработки рекомендаций по рациональному использованию земель, оптимальному размещению угодий и севооборотов, для высокопроизводительного использования сельскохозяйственной техники, рациональной организации производства сельскохозяйственных предприятий различной формы собственности;

владеть:

- навыками самостоятельной работы с литературой для поиска информации для выполнения проектных работ;

- навыками подготовки данных для обработки и составления землеустроительного проекта; методами проектирования землеустроительных работ с учетом территориальных особенностей.

1 СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

При освоении курса «Геодезия с основами землеустройства», студент должен научиться работать на лекциях, лабораторных занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

На лабораторных занятиях, студентам необходимо организовать работу в подгруппах, чтобы нагрузка по выполнению заданий была распределена равномерно между всеми участниками.

Все виды учебных работ должны быть выполнены точно в сроки, предусмотренные программой обучения. По разделам дисциплины необходимо пользоваться рекомендуемыми учебниками, учебными пособиями, методическими указаниями для выполнения лабораторных работ, где студент может ознакомиться с материалом по данному разделу (теме).

В ходе самостоятельной подготовки студентов к лабораторному занятию необходимо не только воспользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, но и проявить самостоятельность в поиске новых источников, интересных фактов, статистических данных, связанных с изучаемой проблематикой занятия.

Планирование и организация самостоятельной работы студента при подготовке к лабораторным занятиям.

Самостоятельная работа по дисциплине включает освоение учебного материала, подготовку к лабораторным занятиям, подготовку к зачету и его сдачу.

Готовиться к лабораторным занятиям, выполнять другие задания самостоятельной работы, готовиться к промежуточному контролю знаний нужно одинаково. Оптимальный вариант планирования и организации студентом времени, необходимого для изучения дисциплины, – распределить учебную нагрузку равномерно в течение семестра, т. е. каждую неделю знакомиться с необходимым теоретическим материалом на лекционных занятиях и закреплять полученные знания на лабораторных занятиях и самостоятельно, прочитывая рекомендуемую литературу.

К лабораторным занятиям необходимо готовиться за 1–2 дня до срока их проведения, чтобы была возможность проконсультироваться с преподавателем по трудным вопросам. Допуск к экзамену по дисциплине предполагает своевременное выполнение всех лабораторных работ и заданий самостоятельной работы.

Самостоятельную работу следует выполнять в соответствии с графиком самостоятельной работы и требованиями, предложенными преподавателем дисциплины.

По каждому разделу дисциплины в течение семестра осуществляется систематический контроль формирования знаний, умений и навыков студентов (в том числе приобретенных в результате самостоятельной работы) на лабораторных занятиях – в виде письменного или устного тестирования в

течение 10–15 мин, а также непосредственно в ходе лабораторного занятия; путем самопроверки (самоконтроля). Оценка результатов такого контроля учитывается при промежуточной (заключительной) аттестации по дисциплине (на зачете).

На лабораторных занятиях не только закрепляется учебный материал, полученный во время лекций, но и приобретаются новые знания, умения и навыки, а также в виде письменного тестирования осуществляется текущий контроль результатов освоения учебного материала. Все занятия носят проблемный характер, в ходе их проведения четко ставится проблема, требующая серьезного ее осмысления студентом и получения конкретных результатов, рассматриваются подходы и методы ее решения, по которым необходимо сделать правильные выводы. В целях более глубокого усвоения учебного материала и контроля эффективности обучения по каждой теме занятия студентам предлагается решить одну или несколько ситуационных задач. В случае пропуска занятия необходимо его отработать по предварительному согласованию с преподавателем.

Содержание лабораторных работ

Тематический план лабораторных занятий (ЛЗ) представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛЗ

Номер темы	Содержание лабораторного занятия	Кол-во часов ЛЗ	
		Очная форма	Заочная форма
2	1. Решение задач на топографических картах и планах	4	0,5
2	2. Работа на топографических картах в горизонталях	2	-
2	3. Определение площадей земельных угодий на картах	2	0,5
3	4. Прогнозирование резервов земель для сельскохозяйственного освоения	2	-
4	5. Методика выявления земель для сельскохозяйственного освоения	4	0,5
7	6. Нивелирование. Изучение устройства нивелира	2	-
7	7. Нивелирование. Определение превышений способом геометрического нивелирования	4	-
7	8. Теодолитная съемка. Изучение устройства теодолита	2	-
7	9. Теодолитная съемка. Измерение горизонтальных и вертикальных углов	4	-
6,8	10. Вычисление объемов земляных работ при вертикальной планировки поверхности полей	4	0,5
Итого		30	

Содержание лабораторных занятий

Лабораторная работа 1. Решение задач на топографических картах и планах

Цель работы: изучение условных знаков и оформление топографических карт и планов, масштабов, систем координат карт и определение координат точек (географической и прямоугольной системах).

Задача № 1. Изучение карт и планов.

Задание: 1) Изучить условные знаки по комплекту планов и карт.

2) Составить по учебной карте топографическое описание участка.

Используемые материалы и оборудование, раздаточный материал: комплект карт и планов, учебный план масштаба 1:200, 1:500; таблицы условных знаков, цветные карандаши, линейка, миллиметровая линейка, циркуль измеритель, курвиметр.

Теоретические сведения

Планом называют подобное и уменьшенное изображение на бумаге небольшого участка местности. На плане длины линий, углы между элементами местности и площади участков изображены без искажений.

При изображении на чертеже всей поверхности Земли, или значительной ее части получают искажения длин сторон, углов, площадей или сочетаний этих элементов. Эти искажения порождены невозможностью развернуть сферическую поверхность на плоскость без складок или разрывов. Такие изображения земной поверхности, построенные по определенным математическим законам, называют картой.

Профилем называют чертеж, на котором изображен вертикальный разрез участка местности. План, на котором изображен проект размещения всего комплекса сооружений и коммуникаций объекта, называют генеральным планом объекта.

По мере завершения отдельных этапов строительства (рытье котлована, устройство фундамента, прокладка коммуникаций и т.п.) или отдельных сооружений объекта результаты строительства наносят условными изображениями на генеральный план. Этот документ называют исполнительным генеральным планом. Он служит для оперативного управления строительством объекта.

Для инженера-строителя, мелиоратора, специалиста сельского хозяйства топографическая карта служит основным источником информации об устройстве земной поверхности, разнообразных сведениях о природных и социально-экономических условиях района, для разработки оптимальных проектных решений.

Опорная геодезическая сеть, масштаб, проекция, координатная сетка и рамка карты служат математической основой построения картографического изображения местности, в содержание которых входят: населенные пункты, промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты, пути сообщений, гидрографическая сеть, рельеф, растительный покров и грунты;

границы и ограничения. Умение читать топографическую карту и с её помощью получать необходимые сведения о местности весьма важны для инженера любой специальности. Все элементы содержания карты изображаются сочетанием графических условных знаков с подписями и цифровыми обозначениями. Условные знаки топографических карт подразделены на несколько видов.

Объекты, очертания которых изображены в масштабе карты с сохранением истинных пропорций, изображают контурными или масштабными знаками (сельскохозяйственные угодья, леса, водоемы, огороды и др.).

Объекты небольшого размера, очертания которых не выражают в масштабе или выражаются столь малым контуром, что он практически превращается в точку, изображают условными внемасштабными знаками (колодец, геодезический знак, отдельный камень, памятник и т. д.).

Реки, дороги, линии связи, границы и другие объекты линейного протяжения изображаются условными линейными знаками, длина которых изображается в масштабе, а ширина изображается с некоторым преувеличением.

Для дополнительной характеристики объектов применяют пояснительные знаки (фигурки лиственных и хвойных деревьев, стрелки на реке - направление течения).

Подписи, буквенные и цифровые обозначения помещают на картах для передачи географических наименований, качественных и количественных характеристик объектов; сведений пояснительного и справочного характера.

Условные знаки, разработанные Главным управлением геодезии и картографии, обязательны для всех учреждений и организаций, составляющих топографические планы и карты.

Специальные, проектные, изыскательные и другие организации в дополнение к действующим разрабатывают условные специальные знаки, используемые в пределах данного ведомства.

Ход работы. Пояснение к заданию

Выполнение описания участка (контура) по карте осуществляется по следующей схеме:

- гидрография;
- растительность;
- рельеф;
- населенные пункты и их характеристика;
- пути сообщения;
- промышленность, сельскохозяйственное и социально-культурное развитие;
- границы.

Задача № 2. Нахождение координат точки

Задание: Определить географические координаты точки на карте.

Теоретические сведения

Линейные и угловые величины, определяющие положение точки на какой-либо поверхности или в пространстве, называются *координатами* этой

точки. Для положения точек на земной поверхности в геодезии применяются несколько систем координат.

В системе *географических координат* определяют положение любой точки, лежащей на поверхности земного эллипсоида, определяется географическими *широтой* (φ) и *долготой* (λ). Широты и долготы точек, вычисленные по данным геодезических измерений, именуется геодезическими координатами и по абсолютному значению отличаются от географических.

Геодезические широты (B) и *долготы* (L) определяют положение точек на поверхности земного эллипсоида. Для определения положения точки, находящейся на земной физической поверхности, необходима третья координата - *высота точки* над уровенной поверхностью, принимаемой за исходную.

Кроме географических и геодезических имеются астрономические координаты, определяемые по результатам наблюдений за небесными светилами. В этой системе координаты определяют относительно направлений отвесных линий в точках земной поверхности.

Поскольку плоскости геодезического и астрономического меридианов не совпадают, то геодезические и астрономические координаты одной и той же точки земной поверхности не равны между собой.

Стороны листа топографической карты являются отрезками меридианов и параллелей и образуют внутреннюю рамку, имеющую форму трапеции. Долгота и широта подписаны по углам трапеции. Рядом с внутренней рамкой расположена минутная рамка с чередующимися черными и белыми шашками, деления которой соответствует одной минуте широты и долготы.

Ход работы. Пояснение к заданию

Географические координаты определяют на карте или плане шкалами рамок трапеции. Для определения широты через точку A проводят линию параллельно рамкам трапеций и берут отсчеты в местах пересечения со шкалой западной или восточной рамок. Аналогично для определения долготы через точку A проводят меридиан и берут отсчеты по шкалам северной или южной рамок.

В приведенном примере (рисунок 2) *широта* (φ) = 54 58,6 *северной широты* (с.ш.); *долгота* (λ) = 37 31,0 *восточной долготы* (в.д).

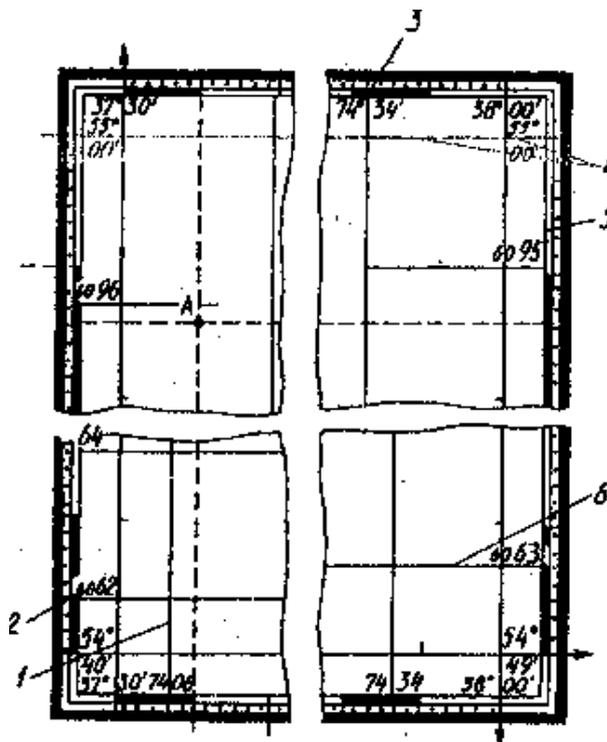


Рисунок 1 – Определение координат точки на топографическом плане:

- 1 – вертикальная километровая линия; 2 – цифровые обозначения горизонтальных линий координатной сетки; 3 – цифровые обозначения вертикальных линий координатной сетки; 4 – внутренняя рамка; 5 – рамка с минутами; 6 – горизонтальная

Контрольные вопросы:

1. Что такое масштаб карты и плана?
2. В чем заключается различие понятий «карта» и «план»?
3. Пояснить понятия: масштабные и условные внесмасштабные знаки.
4. Как определяются географические координаты точки на карте?

Лабораторная работа № 2. Работа на топографических картах в горизонталях

Цель работы: изучить ряд задач, решаемых по карте в горизонталях, формы рельефа и его изображение, выработать навыки определения крутизны склонов, высот точек местности, построения профиля местности.

Задача № 1. Определение отметок точек местности.

Задание: Определить высоту точки, заданной на топографической карте или плане.

Используемые материалы и оборудование: комплект карт с горизонталями, циркуль-измеритель, карандаши, линейка, миллиметровая бумага.

Теоретические сведения

Рельеф местности – важнейший элемент географической среды и пред-

ставляет собой сложную совокупность неровностей земной поверхности. В геодезии рельеф классифицируют по размерам составляющих его форм и по отношению этих форм к плоскости горизонта.

По размерам различают крупные (макро-), средние (мезо-), и мелкие (микро-) формы рельефа. По отношению к плоскости горизонта формы рельефа подразделяются на положительные и отрицательные. Положительные формы имеют выпуклую поверхность и возвышаются над окружающей местностью, отрицательные - вогнутую и образуют понижения местности. К положительным формам рельефа относятся: гора; горный хребет; холм; увал; к отрицательным - долина, овраг, балка, лощина, и котловина.

В формах рельефа различают основные орографические линии - водоразделы, тальвеги, бровки и подошвы, которые дают ясное представление о степени расчлененности рельефа. Они составляют как бы скелет неровностей местности, и поэтому их иногда называют скелетными линиями рельефа. Вершина горы, дно котловины и самая низкая точка седловины являются *характерными точками рельефа*, а водораздел и тальвег – *характерные линии рельефа*. Характерные линии и точки рельефа облегчают распознавание отдельных форм его на местности и изображение их на карте и плане.

Способ изображения рельефа на картах и планах должен давать возможность судить о направлении и крутизне склонов, а также определять отметки точек местности. Вместе с тем он должен быть наглядным. Наиболее совершенный с инженерной точки зрения – способ изображения рельефа горизонталями в сочетании с подписью отметок характерных точек.

Горизонталями называют кривые замкнутые линии, соединяющие точки с равными высотами. Разность высот двух соседних горизонталей называется *высотой сечения рельефа*, а расстояние между двумя соседними горизонталями на карте называется *заложениями*. Необходимо знать, что чем больше значение, тем меньше крутизна ската на местности и наоборот, и что горизонтали никогда не пересекаются, за исключением навесного утеса, естественных и искусственных воронок, узких оврагов, крутых обрывов.

Если при данной высоте сечения рельефа некоторые особенности его не могут быть выражены, проводят дополнительные *полугоризонтал*и и *четверть горизонтал*и, соответственно через половину или четвертую часть принятой высоты сечения рельефа. Дополнительные горизонтали вычерчивают пунктирными линиями, иногда в виде отрезков.

При высоте сечения 1, 5, 10 и 20 м утолщают каждую пятую горизонталь с отметками кратными соответственно 5, 10, 25, и 50 м, а при высоте сечения 2.5 м утолщают каждую четвертую горизонталь с отметками, кратными 10 м.

Ход работы. Пояснение к заданию

Если точка расположена на горизонтали, ее отметка равна отметке горизонтали. Когда точка находится между горизонталями с разными высотами, ее отметка определяется *интерполированием* (нахождением промежуточных значений величин) «на глаз» между отметками этих горизонталей.

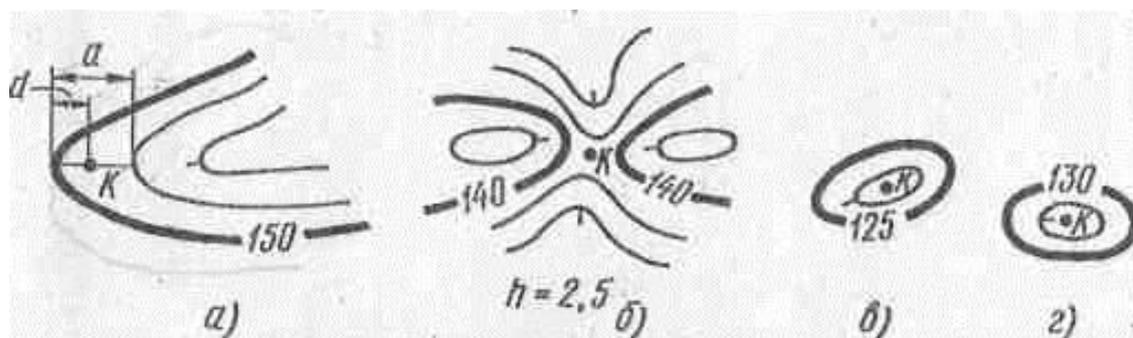


Рисунок 2 – Схемы а - г для определения отметок точек по горизонталям

Интерполирование заключается в определении коэффициента пропорциональности расстояния d от определяемой точки до меньшей по значению горизонтали к величине заложения a , т.е. отношения $d/a, n$ умножения его на значение высоты сечения рельефа h .

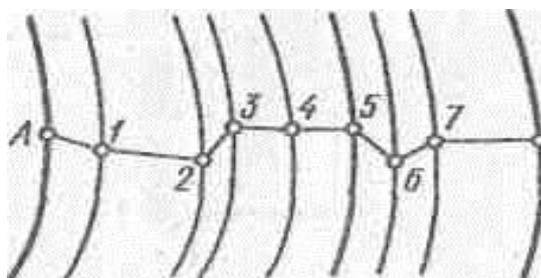
Пример. Отметка H_K (рисунок 2, а) точки K , расположенной между горизонталями с отметками 150 м и 152,5 м, равна $H_K = H_{м.г.} + (d/a) h$. $150 \text{ м} + 0,4 * 2,5 \text{ м} = 151 \text{ м}$. Если определяемая точка расположена между одноименными горизонталями - на седловине (рисунок 2, б) или внутри замкнутой горизонтали - на холме или котловине (рисунок 2, в, г), ее отметку можно определить лишь приближенно, считая, что ее отметка больше или меньше высоты этой горизонтали на $0,5h$. Например, на рисунке для седловины отметка точки K равна 138,8, для холма – 128,8 м, для котловины – 126,2 м.

Задача № 2 . Проведение на карте линии заданного уклона

Задание: Спроектировать по карте линию с заданной крутизной (уклоном)

Ход работы

Между заданными на карте точками A и B требуется провести кратчайшую линию так, чтобы ни один отрезок не имел уклона больше заданного предельного $i_{пред}$.



150

155
 $h=1$

158

Рисунок 3 – Схема проведения на карте линии заданного предельного уклона

Проще всего задача решается с помощью масштаба заложения для укло-

нов. Взяв по нему раствором циркуля заложение $a_{\text{пред}}$, соответствующее уклону, засекают последовательно точки 1–7 – все горизонталы от точки A до точки B . Если раствор циркуля меньше расстояния между горизонталями, линию проводят по кратчайшему направлению.

Соединив все точки, получают линию с заданным предельным уклоном.

Если нет масштаба заложений, заложение $a_{\text{пред}}$ можно подсчитать по формуле

$$a_{\text{пред}} = h/i_{\text{пред}}M, \text{ где } M - \text{знаменатель числового масштаба карты.}$$

Задача № 3. Построение профиля местности по заданному на карте направлению

Задание: построить (вычертить) профиль местности по заданному на карте направлению.

Ход работы

Рассмотрим построение профиля на конкретном примере (рисунок 4). Пусть требуется построить профиль местности по линии AB . Для этого линию AB переносят в масштабе карты на бумагу и отмечают на ней точки 1, 2, 4, 5, 7, 9, в которых она пересекает горизонталы, а также характерные точки рельефа (3, 6, 8). Линия AB служит основанием профиля. Взятые с карты отметки точек откладывают на перпендикулярах (ординатах) к основанию профиля в масштабе, в 10 раз превышающем горизонтальный масштаб. Полученные точки соединяют плавной линией. Обычно ординаты профиля уменьшают на одну и ту же величину, т.е. строят профиль не от нуля высот, а от *условного горизонта* УГ (на рисунке 4 за условный горизонт принята высота, равная 100 м).

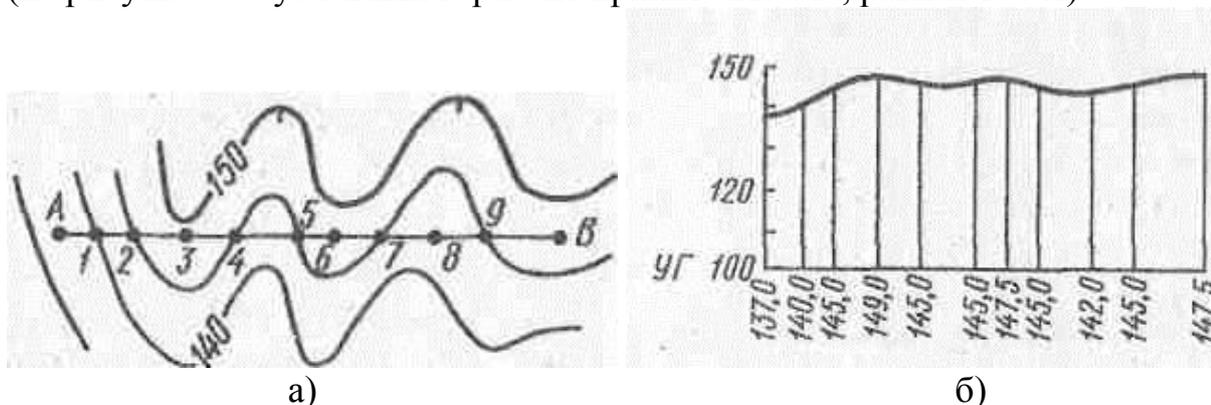


Рисунок 4 – Схемы построения профиля по заданному направлению:
 а – линия заданного направления в горизонталях; б – профиль поверхности местности

С помощью профиля можно установить взаимную видимость между двумя точками, для чего их нужно соединить прямой линией. Если построить профили из одной точки по нескольким направлениям, можно нанести на карту или план участка местности, не видимые с этой точки. Такие участки называют *полями видимости*.

Контрольные вопросы:

1. Что собой представляет горизонталь?
2. Что такое заложение?
3. Для чего строят профиль местности?
4. В чем заключается «метод интерполирования» при определении отметки точки?

Лабораторная работа № 3. Определение площадей земельных угодий на картах

Цель работы: научиться определять площади контуров объектов по карте различными способами.

Задание: Определить площадь земельных участков (угодий) (леса, пашни, озера и т. п.) по заданию преподавателя с помощью палетки-клетчатка.

Используемые материалы и оборудование: комплект карт с горизонталями, циркуль-измеритель, палетка-клетчатка, карандаши, линейка.

Теоретические сведения

Для решения многих инженерных задач землеустройства требуется знать площади земельных угодий. Эти площади могут быть рассчитаны аналитически по результатам измерений на местности либо определены по плану или карте графическим и механическим способами либо их комбинациями. Следует иметь в виду, что по планам (картам) площадь определяется с меньшей точностью, чем по результатам непосредственных измерений на местности; при этом на точность определения площадей оказывают влияние погрешности измерений на местности, построения плана и измерений на нем, деформация бумаги и др.

Для определения площадей небольших участков по плану или карте применяется графический способ с разбивкой участка на геометрические фигуры, с помощью палеток и механическим способом полярным планиметром.

Графический способ определения площадей

Искомую площадь небольшого участка разбивают на простейшие геометрические фигуры: треугольники, прямоугольники, трапеции. При криволинейном контуре участка его разбивка на геометрические фигуры выполняется с таким расчетом, чтобы стороны фигур по возможности ближе совпадали с этим контуром. Затем на плане (карте) измеряют соответствующие элементы фигур и по геометрическим формулам вычисляются площади этих фигур. Площадь всего участка определяется как сумма отдельных фигур.

Точность определения площади во многом зависит от масштаба плана; чем мельче масштаб, тем грубее измеряется площадь. Поскольку графическая погрешность линейных измерений на плане не зависит от длины отрезков, то относительная погрешность короткой линии будет больше, чем длинной. Поэтому заданный участок следует разбивать на фигуры больших размеров с

примерно одинаковыми длинами оснований и высот. Для контроля и повышения точности площадь участка определяется дважды, для чего строят новые геометрические фигуры или в треугольниках измеряют другие основания и высоты. Относительное расхождение в результатах двукратных определений общей площади участка не должно превышать 1:200.

Правило: Каждую измеренную сторону (длину) на карте или плане в см необходимо перевести в масштаб заданной карты или плана и только после этого подсчитывать площадь по формуле.

Графический способ определения площадей состоит в том, что участки, изображённые на плане, разбивают на треугольники, в которых высоты по величине близки к основаниям. Зная высоту и основание, вычисляют площадь.

Для контроля и повышения точности вычислений площадь каждого треугольника определяют дважды: по двум различным основаниям и высотам.

Формулы для расчета геометрических фигур:

- 1) Треугольник: $S*a*b$ 2) Трапеция: $(a+b)/2*h$ 3) Квадрат: $a*v$

Расчеты графическим способом (пример)

Участок №8.

1) $a=2$ см; $h=1$ см; $a=2*50=100$ м;
 $h=1*50=50$ м; $S=1/2*100*50=2500$ м²

2) $a=1$; $v=1$ см; $a=1*50=50$ м
 $V=1*50=5$ м; $S=50*50=2500$ м²

3) $a=3$ см; $v=1$ см; $a=3*50=150$ м
 $h=1*50=50$ м; $S=1/2*150*50=3750$ м²

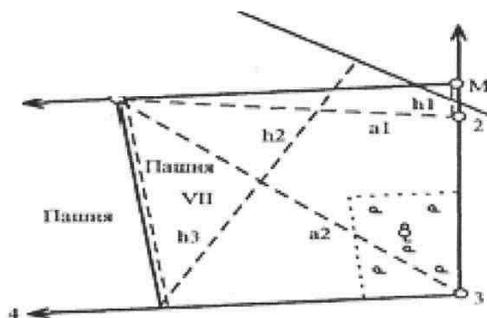


Рисунок 5 – Схема определения площади графическим способом

Способ определения площадей с помощью палетки

Для определения площадей небольших криволинейных участков применяют палетки.

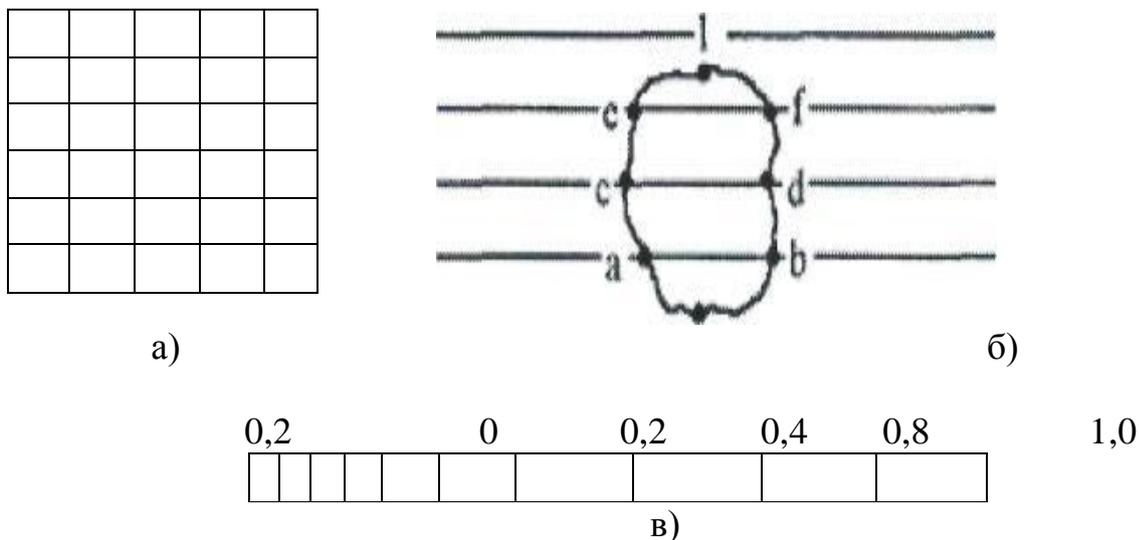


Рисунок 6 – Виды палеток для определения площади контуров на картах: а – квадратная палетка; б – параллельная палетка; в – масштабная палетка

Квадратная палетка (рисунок 6а) – это сетка квадратов со сторонами 1–2 мм. Площадь участка определяется подсчётом квадратов палетки, наложенной на фигуру. Рекомендуется при определении площадей участков не более 2 см² на плане.

Параллельная палетка (рисунок 6б) – это ряд параллельных линий, проведённых на расстоянии 2 мм. Палетку накладывают на участок так, чтобы крайние её точки k и l были расположены между её линиями. Измерив, средние линии трапецией ab, cd, ef в масштабе плана и умножив их сумму на расстояние между линиями палетки, получают площадь участка. Рекомендуется при определении площадей до 10 см² на плане.

Чтобы не выполнять вычислений строят специальную шкалу – *масштабную палетку* (рисунок 6в), по которой определяют площадь участка, зная сумму средних линий. Рассчитаем основание шкалы для масштаба 1:10000. При расстоянии между параллельными линиями 2 мм и при длине шкалы 1 см площадь будет равна $20 \times 100 = 2000 \text{ м}^2 = 0,20 \text{ га}$. Следовательно, каждому сантиметру шкалы будет соответствовать 0,20 га на местности. Левое основание шкалы делят на 10 частей. После того как сумма средних линий набрана в раствор циркуля, определяют площадь по шкале так же, как расстояние по линейному масштабу.

Ход работы. Пояснение к заданию

Определение площадей малых участков с резко выраженными криволинейными границами рекомендуется производить с помощью квадратной палетки. Палетка представляет собой лист прозрачной основы, на которую нанесена сетка квадратов со сторонами 1–5 мм. Зная длину сторон и масштаб плана, легко вычислить площадь квадрата палетки s.

Для определения площади участка палетку произвольно накладывают на план и подсчитывают число N1 полных квадратов, расположенных внутри контура участка. Затем оценивают «на глаз» число квадратов N2, составляемых из неполных у границ участка. Тогда общая площадь измеряемого участка:

$$S=s*(N1+N2), \quad (1)$$

где s – площадь квадрата палетки (см^2)

$S= s*M^2$, где M – масштаб карты (м).

Для контроля площадь заданного участка измеряют повторно, развернув палетку примерно на 45 градусов. Относительная погрешность определения площади палеткой составляет 1:50 – 1:100.

Пример расчета:

Участок №1

$M=1:5000$, в 1 см 50 м; $s=1\text{см}^2$; $N_1=35$ $N_2=15$? $35+15=50$

$S=50*50/2500 \text{ м}^2 =0,25$ га-площадь одного квадрата.

$S=50*0,25=12,5$ га

При определении площадей до 10 см можно использовать параллельную (линейную) палетку, представляющую собой лист прозрачной основы, на которой через равные промежутки $a=2-5$ мм нанесен ряд параллельных линий.

Палетка накладывается на заданный участок таким образом, чтобы крайние точки тип контура разместились посередине между параллельными линиями палетки. В результате измеряемая площадь оказывается расчлененной на фигуры, близкие к трапециям с равными высотами; при этом отрезки параллельных линий внутри контура являются средними линиями трапеции. Следовательно, для определения площади участка с помощью циркуля-измерителя и масштабной линейки нужно измерить длины средних линий трапеции 1, 2,...n и их сумму умножить на расстояние между линиями с учетом масштаба плана, т.е.

$$S=a(1,2,\dots,n)=?$$

Суммарная длина отрезков может быть замерена с помощью курвиметра-прибора для измерения длин линий на плане. Для этого колесо курвиметра последовательно прокатывают по измеряемым линиям и по разности начального и конечного отсчетов на циферблате определяют суммарную длину отрезков в сантиметрах плана.

Контрольные вопросы:

1. Какие существуют способы определения площадей по картам?
2. В чем заключается графический способ определения площади?
3. В чем заключается способ определения площади палетками?

Лабораторная работа № 4. Прогнозирование резервов земель для сельскохозяйственного освоения

Цель работы: получение знаний, включающих структуру и содержание территориального планирования и землеустройства административно-территориальных образований, роль, методы землеустройства и территориального планирования административно-территориальных образований различных категорий земель, правовую и техническую стороны планирования использования земель.

Задание: 1) Оценить структуру земельного фонда, обратить особое внимание на классификацию земельных угодий.

2) По варианту, заданному на карте, выявить источники резервов земель для сельскохозяйственного использования.

3) Проанализировать формы и содержание землеустройства с учетом специфики производства.

Используемые материалы и оборудование: сведения о структуре земельного фонда Российской Федерации; карты; нормативные акты; расчетные формулы.

Теоретические сведения

Земли, находящиеся в пределах Российской Федерации, составляют *земельный фонд страны*. Согласно действующему законодательству государственный учет наличия и использования земель в Российской Федерации осуществляется по категориям земель и угодьям без включения в состав земельного фонда земель, покрытых внутренними морскими водами и территориальным морем. Целью государственного учета земель является получение систематизированных сведений о количестве, качественном состоянии и правовом положении земель в границах территорий, необходимых для принятия управленческих решений, направленных на обеспечение рационального и эффективного использования земель.

В составе земельного фонда *категория земель* – это часть земельного фонда, выделяемая по основному целевому назначению, имеющая определенный правовой режим. Отнесение земель к категориям осуществляется согласно действующему законодательству в соответствии с их целевым назначением и правовым режимом.

Действующее законодательство предусматривает семь категорий земель:

- земли сельскохозяйственного назначения;
- земли населенных пунктов;
- земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения;
- земли особо охраняемых территорий и объектов;
- земли лесного фонда;
- земли водного фонда;
- земли запаса.

Угодья – это земли, систематически используемые или пригодные к использованию для конкретных хозяйственных целей и отличающиеся по природноисторическим признакам. Учет земель по угодьям ведется в соответствии с их фактическим состоянием и использованием.

Сельскохозяйственные угодья – угодья, систематически используемые для получения сельскохозяйственной продукции.

К сельскохозяйственным угодьям отнесены:

- пашня;
- залежь;

- кормовые угодья (сенокосы и пастбища);
- многолетние насаждения.

К несельскохозяйственным угодьям отнесены:

- земли под водой, включая болота;
- лесные площади и земли под лесными насаждениями;
- земли застройки;
- земли под дорогами;
- нарушенные земли;
- прочие земли (овраги, пески, полигоны отходов, свалки, территории

консервации и т.д.).

Учету подлежат также оленьи пастбища, предоставленные хозяйствующим субъектам для северного оленеводства. Оленьи пастбища представляют собой территории, расположенные в таких природных зонах, как тундра, лесотундра и северная тайга, растительный покров которых пригоден в качестве корма для северного оленя. Оленьи пастбища отнесены к землям различных категорий и могут учитываться в составе лесных зон.

Анализ резервов земельных ресурсов. Результаты анализа и прогноза состояния и использования земель используются в процессе подготовки и принятия решений при рассмотрении вопросов экономической, продовольственной и экологической безопасности Российской Федерации.

Основное назначение данного вида анализа состоит в установлении:

- неиспользуемых и нерационально используемых земель;
- существующего использования земель по установленным категориям земель;
- эффективности использования земель;
- балансов земель по основным видам земельных угодий;
- трансформации земельных угодий;
- перехода земель из одной категории в другую;
- использования земель не в соответствии с их разрешенным использованием;
- рациональности сложившихся способов (характера) использования земельных угодий;
- изменений в составе основных групп землепользователей (агрофирмы, фермеры, лесохозяйственные организации и т. д.) и др.

Анализ осуществляется с привлечением карт фактического использования земель. По результатам анализа строится прогноз дальнейшего использования земель, продуктивности угодий и урожайности сельскохозяйственных культур на основе выявленных тенденций и динамики, а также составляются различные картографические произведения, в том числе:

- карты возможного перспективного использования земель;
- карты прогноза изменения состояния земель в соответствии с тенденциями современного использования земель;
- карты прогноза по: мелиоративному состоянию, эродированности, залеженности, опустыниванию земель и т. д. Анализ и прогноз в данном случае базируется, в том числе и на результатах различного зонирования, например:

- природно-сельскохозяйственного районирования;
- почвенно-эрозионного районирования территории;
- районирования селе- и оползнеопасных территорий;
- районирования по типам нарушенных земель;
- районирования по видам и интенсивности загрязнения;
- рекреационного районирования территории и т.п.

На основе выполненного анализа и полученных прогнозов вырабатываются рекомендации по повышению эффективности использования и охране земель.

Изыскание резервов земель для сельскохозяйственного производства.

Назначение данного вида анализа состоит в установлении наличия площадей потенциальных резервов для выявления земель, не используемых в настоящее время для сельскохозяйственного производства, но пригодных к их освоению под сельскохозяйственные угодья. Подобный анализ осуществляется на основе материалов почвенного обследования, классификации земель по их пригодности в сельскохозяйственном производстве и их продуктивности, климата, рельефа, характера материнских пород, гидрогеологического режима, мелиоративного состояния земель и так далее. В результате анализа вырабатывается прогноз, в котором будет обозначено: какие земли и для каких видов угодий могут быть определены в качестве резерва для расширения площади сельскохозяйственных угодий, вне зависимости от того, чем заняты те или иные участки в настоящее время (леса, кустарники, болота и т. п.).

Результаты прогноза отражаются на карте земель резерва. При построении прогноза учитывается необходимость сохранения лесов с их водоохраным, почвозащитными и иными защитными назначениями, а так же болот, являющихся аккумуляторами влаги и источниками питания рек. В процессе анализа должны быть выявлены причины образования каждого конкретного негатива, в том числе с учетом прогрессирующего развития. Исходными данными для анализа служат материалы почвенных, геоботанических, мелиоративных, агрохимических и иных обследований и съемок. Прогнозы состояния земель и соответствующий им картографический материал должны отражать сценарии развития во времени негативных процессов при сочетании различных антропогенных и природных факторов. Рекомендации разрабатываются в соответствии с построенными прогнозами и должны содержать, в том числе, перечень и содержание мероприятий, направленных на улучшения качественного состояния земель, в частности, связанных с защитой почв от эрозии и селевых потоков, восстановлением нарушенных земель и пр.

Ход работы. Пояснение к заданию

Пользуясь нормативными документами и материалами, по заданному варианту на карте провести анализ структуры земельного фонда и выявить источники земельных резервов для сельскохозяйственного освоения. Таковыми могут быть:

- участки залежи;
- малопродуктивные пастбища и сенокосы;
- неиспользуемые в сельском хозяйстве земли, но пригодные для возде-

- львания сельскохозяйственных культур;
- болота (низинные и переходные);
 - площади непокрытые лесом (горы, редины, прогалины);
 - нерекультивированные площади;
 - нарушенные земли.

Спрогнозировать на краткосрочную перспективу (1-5 лет) изъятия земель для промышленности, транспорта, градостроительства и других несельскохозяйственных целей по следующей формуле:

$$P_{л} = P_{ф} + (P_{ф} * K1 * K2 * K3 * K4 * T), \quad (2)$$

где $P_{л}$ – общая площадь землеотводов на перспективный период, га; $P_{ф}$ – среднегодовой фактический размер землеотводов за предшествующий период, га; $K1$ – коэффициент ужесточения строительных норм (0,9); $K2$ – коэффициент инфляции, учитывающий среднегодовой прирост капитальных вложений в новое строительство (3,3); $K3$ – коэффициент, учитывающий долю иностранных инвестиций (0,05); $K4$ – коэффициент эффективности капитальных вложений в охрану окружающей среды (0,16); T – число лет прогнозируемого периода (5лет).

В ходе проведения анализа выявить:

- целесообразность использования ценных сельскохозяйственных земель под застройку, дороги и на другие цели, непосредственно не связанные с сельскохозяйственным производством;
- зарастание сельхозугодий кустарником и мелколесьем;
- состояние мелиорированных земель;
- загрязнение почв ядохимикатами и сточными водами;
- деградация кормовых угодий в результате бессистемного выпаса;
- применение ядохимикатов в водоохраных зонах;
- неправомерное размещение складов с ядохимикатами и минеральными удобрениями, места складирования навоза;
- наличие и достаточность защитных, лесных насаждений по оврагам и вокруг водоемов;
- сохранность болот, расположенных на водоразделах, питающих реки и выполняющих функцию аккумуляторов стока;
- соблюдение режима ограниченного использования охраняемых территорий.

Контрольные вопросы:

1. Какие земли относятся к угодьям?
2. Каков порядок проведения землеустройства?
3. Что собой представляет структура земельного фонда Российской Федерации?

Лабораторная работа № 5. Анализ информационного обеспечения государственного кадастра недвижимости.

Цель работы: научиться анализировать сведения Единого реестра недвижимости

Задание: провести анализ публичных кадастровых карт объектов; изучить границы, номера единиц кадастрового деления, сведения о форме собственности на объекты недвижимости; о кадастровой стоимости объектов недвижимости, категорий земель, о геодезической основе кадастра.

Используемые материалы и оборудование: сведения о структуре земельного фонда Российской Федерации; кадастровые карты, схемы объектов недвижимости; нормативные акты.

Теоретические сведения

Публичные кадастровые карты представляют собой карты, предназначенные для использования неограниченным кругом лиц. Публичные кадастровые карты подлежат размещению на официальном сайте органа учетно- регистрационной системы в сети Интернет, реализуя тем самым главный принцип открытости и доступности реестра. В связи с этим главное назначение этих кадастровых карт - наглядное отображение наиболее востребованных сведений единого реестра недвижимости. Потребителями реестровых сведений и, следовательно, пользователями кадастровых карт является широкий круг лиц (физические лица, юридические лица, муниципальные образования и органы государственной власти). Говоря о территориальном охвате кадастровых карт, следует подчеркнуть, что карты должны создаваться на территорию субъектов РФ или на территорию кадастрового округа. Кадастровый учет и регистрация прав проводится централизованно в единой для данного субъекта местной системе координат.

Таким образом, в основе всех видов кадастровых карт должен лежать один и тот же состав сведений Единого реестра недвижимости, разграниченный по уровню доступа. В связи с этим перечень сведений реестра, представляющих наибольшую ценность и подлежащих размещению на кадастровых картах, следующий:

- 1) границы и номера единиц кадастрового деления;
- 2) государственная граница, границы между субъектами РФ, муниципальными образованиями, населенными пунктами;
- 3) границы территориальных зон, зон с особыми условиями использования территорий;
- 4) границы, площади и кадастровые номера земельных участков;
- 5) контуры, площади и кадастровые номера зданий, сооружений, объектов незавершенного строительства;
- 6) сведения о форме собственности на объекты недвижимости;
- 7) сведения о кадастровой стоимости объектов недвижимости;
- 8) основные характеристики объектов капитального строительства;
- 9) категория земель, разрешенное использование земельных участков;
- 10) сведения о геодезической основе кадастра.

Публичная кадастровая карта - это справочно-информационный сервис для предоставления пользователям реестровых сведений на территорию Российской Федерации. С помощью публичной кадастровой карты пользователь, не выходя из дома, может получить справочную информацию о полном кадастровом номере, адресе и площади земельного участка, внесенного в Единый реестр недвижимости. Кроме того, пользователь может получить информацию о подразделениях территориального органа Росреестра, обслуживающих объект недвижимости, с указанием наименования подразделения.

Для того чтобы земельный участок, объекты капитального строительства были зарегистрированы в качестве объектов недвижимости, они должны быть индивидуализированы для последующей идентификации. Индивидуализация означает процесс наделения обезличенных ранее объектов рядом признаков, придающих им индивидуальный характер, позволяющих однозначно выделить данный объект из состава другого недвижимого имущества. Индивидуализация позволяет идентифицировать объект при любых юридических сделках с ним.

Идентификация осуществляется на основе почтового адреса, описания характерных признаков объекта, его площади, местоположения, размеров, конфигурации и других индивидуальных показателей. Для объектов недвижимости важнейшими индивидуальными показателями являются территориальные границы и кадастровый номер, номер регистрации.

Дополнительными идентификаторами, используемыми при ведении Единого государственного реестра недвижимости, являются реестровые номера границ. Координированные границы однозначно и точно определяют территориальные пределы прав и обязанностей владельца, пользователя, собственника, а также общую площадь и другие количественные характеристики объекта недвижимости. Поэтому размежевание смежных земельных участков и иных объектов недвижимости является непременным условием их государственной регистрации и постановки на кадастровый учет.

Реестровый номер границ – это неизменяемый, не повторяющийся во времени и на территории Российской Федерации номер, присваиваемый границам зон с особым правовым режимом и административно-территориальным единицам в установленном законом порядке. Номер регистрации объекта недвижимости - это неизменяемый, не повторяющийся во времени и на территории Российской Федерации номер, присваиваемый ему как объекту права или ограничению права (обременению объекта недвижимости). Наряду с этим объекту недвижимости в обязательном порядке присваивается кадастровый номер.

Кадастровый номер объекта недвижимости - это уникальный, не повторяющийся во времени и на территории Российской Федерации индекс, присваиваемый ему как объекту недвижимости в установленном законом порядке и сохраняющийся за данным объектом до тех пор, пока он существует в качестве единого объекта зарегистрированного права.

Схема построения кадастрового номера основана на системе кадастрового деления Российской Федерации и имеет многоуровневую

иерархическую структуру: КО: КР: КК:ОН, т. е. включает номера кадастрового округа, кадастрового района, кадастрового квартала и собственный номер объекта недвижимости в кадастровом квартале. Кадастровое деление территории осуществляется по средствам кадастрового зонирования, т. е. разграничения на иерархически соподчиненные кадастровые единицы. Линиями разграничения являются базовые линии, устанавливаемые на специальных картах кадастрового зонирования административно-территориальных образований. Базисные разграничительные линии между кадастровыми единицами могут совмещаться не только с официально установленными административно-территориальными границами, но также с естественными урочищами (реками, ручьями, дорогами и т. п.), створами водотоков, осевыми линиями улиц и проездов. Т. е. при осуществлении кадастрового деления могут допускаться нерегламентируемые решения.

Однако после того как такое деление утверждено и зафиксировано в соответствующей документации, внесение каких-либо изменений становится недопустимым. В качестве границ кадастровых округов принимаются границы субъектов Российской Федерации. Их кадастровые номера соответствуют перечню субъектов в Конституции Российской Федерации. Так, Ленинградской области присвоен номер 47, городу Санкт – Петербургу – 78, Новгородской области – 53, Псковской области – 61 и т. п. Территория каждого субъекта (кадастрового округа) делится на кадастровые районы, границами которых признаются официально установленные границы муниципальных образований.

Муниципальные образования представляют административно-территориальные единицы, а именно:

- 1) административные районы и приравненные к ним административно-территориальные образования субъектов РФ;
- 2) поселения, подчиненные субъекту РФ;
- 3) закрытые административно-территориальные образования, как особый вид административно-территориальной единицы. Номера кадастровых районов устанавливаются по представлению специально уполномоченного органа в субъекте Российской Федерации. Кадастровое зонирование муниципального образования предполагает выделение кадастровых кварталов.

При кадастровом делении территории учитывается ряд обязательных требований, а именно:

- 1) единицы каждого из уровней кадастрового деления должны покрывать соответствующую территорию без наложений и разрывов;
- 2) все кадастровые единицы должны иметь замкнутые границы;
- 3) каждой кадастровой единице присваивается не повторяющийся индивидуальный номер; части границ единиц кадастрового деления, являющиеся общими одновременно для кадастровых округов, кадастровых районов и кадастровых кварталов, имеют одинаковое описание местоположения границ (координаты характерных точек границ);
- 4) изменение описания местоположения границ между субъектами Российской Федерации, границ муниципальных образований и населенных пунктов, а также прекращение существования, образование новых и изменение

субъектов Российской Федерации, муниципальных образований и населенных пунктов не влечет изменения кадастрового деления;

5) земельный участок или иной объект недвижимости может располагаться только в одном кадастровом квартале. Установленные номера единиц кадастрового деления территории входят в состав кадастрового номера объекта недвижимости. Элемент кадастрового номера КК – это десятичное число, задающее порядковый номер кадастрового квартала. Последний элемент кадастрового номера «ОН» означает порядковый номер объекта недвижимости в пределах кадастрового квартала. Следует подчеркнуть, что кадастровый номер земельного участка и иного объекта недвижимости является важнейшим индивидуальным показателем, используемым в качестве информационного индекса.

Вместе с тем, идентификация объекта недвижимости предполагает наличие других показателей, которые отражаются в материалах кадастрового учета. Государственный кадастровый учет является основным механизмом описания объекта недвижимости в качестве объекта права и налогообложения. Следует отметить, что любой земельный участок или иной объект недвижимости существует в определенных границах. Земельный участок начинает свое функционирование в качестве объекта земельно-имущественных отношений с даты внесения соответствующей записи в реестр объектов недвижимости. В настоящее время кадастровый учет объектов недвижимости представляет собой основную функцию Единого государственного реестра недвижимости.

Государственный кадастровый учет прежде всего направлен на информационное обеспечение функций государственного и муниципального управления земельными ресурсами, включая фискальные функции по взиманию платы за землю и иную недвижимость, традиционно определяющие значение кадастровой деятельности. Наряду с этим посредством государственного кадастрового учета недвижимости информационно обеспечивается система государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним, а равно иные государственные информационные ресурсы, содержащие сведения о недвижимости.

Целью государственного кадастрового учета недвижимости, таким образом, является получение актуальных сведений, необходимых для принятия управленческих решений, направленных на обеспечение рационального и эффективного использования недвижимости. Поэтому кадастровому учету и регистрации подлежат все объекты недвижимости, расположенные на территории Российской Федерации, независимо от форм собственности, целевого назначения и разрешенного использования. Полная идентификация объекта как объекта недвижимости, помимо описания его местоположения, технических характеристик участка и сооружений, данных кадастрового учета, должна включать также юридическое описание объекта, правовое обоснование прав на недвижимость, зарегистрированное в установленном порядке.

Контрольные вопросы:

1. Что собой представляет государственный кадастр недвижимости?

2. Дайте общее понятие государственной регистрации прав на недвижимость. В чем состоит правовая основа этих действий?
3. Назовите принципы государственной регистрации прав.
4. Что представляет собой кадастровая карта?
5. Перечислите основные документы Единого реестра недвижимости (ЕРН).

Лабораторная работа № 6. Нивелирование. Изучение устройства нивелира

Цель работы: изучение устройства оптического нивелира, подготовка прибора к работе.

Задание: 1) Изучить устройство нивелира и освоить взаимодействие его основных частей. 2) Зарисовать нивелир и выучить название его элементов (рисунок 7). 3) Изучить устройство нивелирных реек; 4) Зарисовать в поле зрения трубы нивелира изображение нивелирной рейки шашечного типа и произвести отсчет по трем нитям сетки (рисунок 8).

Используемые материалы и оборудование: комплект нивелиров с нивелирными рейками, журналы нивелирования.

Теоретические сведения

Нивелирование – это геодезический вид работ по определению превышений (разностей высот точек). В зависимости от метода определения различают несколько видов нивелирования: геометрическое, тригонометрическое, барометрическое, гидростатическое и др.

Наиболее широко в строительном и гидротехническом производстве, природообустройстве используют геометрическое нивелирование. В ряде случаев используют тригонометрическое, гидростатическое и барометрическое нивелирования.

Геометрическое нивелирование – это нивелирование при помощи геодезического прибора с горизонтальной визирной осью. Для получения такого луча и служат приборы - нивелиры. Они предназначены для определения разности высот двух точек при помощи горизонтального визирного луча и вертикально установленных в этих точках реек.

В зависимости от точности и назначения нивелирование подразделяется на I, II, III, IV классы и техническое. Точность определения превышений характеризуется величиной средней квадратической погрешности на 1 км, (двойного в прямом и обратном направлениях) хода. В соответствии с действующим стандартом (ГОСТ 10528-76) нивелиры выпускаются трех типов: высокоточные (Н-0,5; Н-1), точные (Н-3) и технические (Н-10). В основу шифра положена среднеквадратическая погрешность t (0,5; 3; 10 мм) измерения превышения на 1 км двойного нивелирного хода, В зависимости от конструкции нивелиры подразделяются на глухие, с уровнем при трубе (Н), с самоустанавливающейся линией визирования (ПК) и с наклонным лучом нивелирования.

Кроме того, нивелиры Н-3 и Н-10 выпускаются с лимбами для измерения горизонтальных углов. При наличии компенсатора в шифр прибора вводится дополнительно буква К, а при наличии лимба – буква Л, например, Н-3К; Н-10Л; Н-ЮКЛ.

Устройство цифровых (электронных) нивелиров рассматриваются в лекциях.

Нивелиры с цилиндрическими уровнями

Нивелир Н-3 (рисунок 7) - точный нивелир, предназначен для нивелирования III и IV классов, а также инженерно-геодезических работ при изысканиях и строительстве.

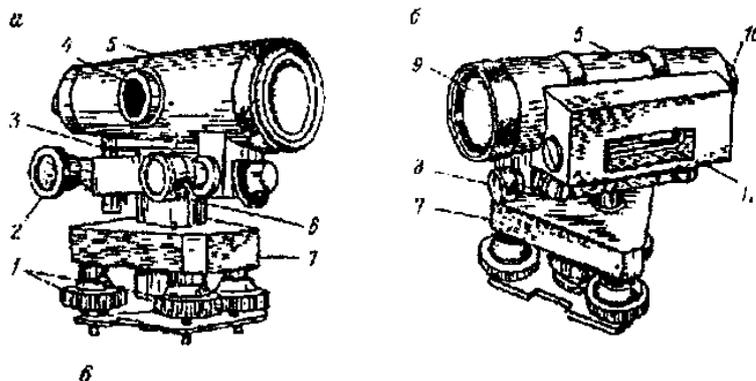


Рисунок 7 – Нивелир Н-3:

а) вид со стороны круглого уровня; б) вид со стороны цилиндрического уровня;

1 – подъемные винты; 2 – элевационный винт; 3 – круглый уровень; 4 – кремальера; 5 – корпус зрительной трубы; 6 – наводящий винт; 7 – трегер; 8 – закрепительный винт; 9 – объектив; 10 – окуляр; 11 – контактный цилиндрический уровень.

Нивелир состоит из двух основных частей: нижней, представляющей собой подставку 7 (трегер) с тремя подъемными винтами 1. Нивелир крепится на подставку при помощи станового винта и пружинящей пластины. Верхняя часть, состоящая из зрительной трубы 5 с объективом 9 и окуляром 10 имеет коробку, в которую заключен цилиндрический уровень. Исправительные винты уровня закреплены в торцевой части коробки 11. Для приближенного наведения зрительной трубы на рейку используют мушку. Фокусировку зрительной трубы осуществляют вращением кремальеры 4. Для наведения трубы на предмет используют закрепительный 8 и наводящий 6 винты. Приведение пузырька цилиндрического уровня в нуль-пункт осуществляют вращением элевационного винта 2. Круглый уровень 3 снабжен тремя исправительными винтами 1.

В поле зрения зрительной трубы (рисунок 8) выведено изображение концов пузырька уровня. При нахождении пузырька в нуль-пункте изображение половинок совмещено.

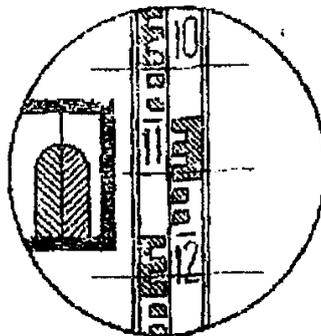


Рисунок 8 – Поле зрения зрительной трубы нивелира Н-3 при положении пузырька цилиндрического уровня в нуль-пункте

При определении превышений отсчеты по рейке производят в средней нити. При этом необходимо помнить, что зрительная труба дает обратное изображение предметов и отсчеты в поле зрения трубы возрастают сверху вниз. На рисунке 8, отсчет равен 1145.

Нивелирная рейка

В соответствии с ГОСТ 11158-83 «Рейки нивелирные. Технические условия» рейки бывают трех типов: РН-10, РН-3 и РН-05. Буквы означают: Р - рейка, Н - нивелирная, а цифры 10, 3 и 05 указывают средние квадратические погрешности нивелирования в мм на 1 км хода, характеризующие точность работ, для которых предназначены рейки.

Рейка РН-10 - двусторонняя шашечная, предназначена для технического нивелирования. Рейки этого типа выпускаются складные длиной 4 м. Они могут изготавливаться с прямой и обратной оцифровкой шкал в соответствии с прямым или обратным изображением зрительной трубы нивелира. В обозначении складных реек после указания их длины добавляется буква С. В зависимости от направления оцифровки шкал добавляется буква П (прямая) или О (обратная).

Рейка РН-3 двухсторонняя шашечная, предназначена для нивелирования III, IV классов. Эти рейки выпускают длиной 1,5; 3,0; 4,0 м.

На черной стороне двухсторонней рейке деления выполнены по 10 мм и счет их идет от 0, совпадающего с пяткой рейки. На красной стороне рейки счет таких сантиметровых делений начинается от произвольного числа, обычно-, превышающего 4000 мм, например 4687 мм. Таким образом, отсчеты по двум сторонам одной и той же рейки не могут быть одинаковыми, но разность их нулей величина постоянная.

Трехметровые рейки могут быть складными или цельными. Так, складная трехметровая рейка для прямого изображения трубы имеет шифр РН-3П-3000С. Двусторонние рейки типа РН-10, РН-3 применяются в основном на геодезических работах в строительстве. Это деревянные бруски шириной 8–10 см и толщиной 2–3 см, на которых нанесены шашечные сантиметровые деления и подписаны значения дециметров снизу вверх. Так как трубы большинства отечественных нивелиров дают обратное положение, то числовые надписи на рейке обычно делают перевернутыми, чтобы в поле зрения трубы читались их прямые изображения. У двухсторонних реек на одной стороне нанесены черные и белые деления – шашки (черная сторона), а на другой стороне – красные и белые (красная сторона).

Взять отсчет по рейке - значит определить длину вертикального отрезка от точки или поверхности, на которой стоит пятка рейки, до горизонтального луча визирования. Отсчеты всегда берут по средней горизонтальной нити сетки, а иногда по крайним (для контроля, для определения расстояния до рейки по нитяному дальномеру). Отсчет считают в мм и записывают в виде четырехзначного числа. Сначала по надписям на рейке отсчитывают целые метры и дециметры, затем – по количеству целых шашечных делений – сантиметры (каждые пять делений для удобства отсчета объединены на рейке в группы в виде буквы Е), миллиметры определяют на глаз.

Рейки типа РН-3 снабжаются круглыми уровнями для установки их в отвесное положение.

Рейка РН-05 - односторонняя штриховая прецизионная, предназначена для нивелирования I, II классов. Рейки этого типа изготавливаются только цельные длиной 3, 0 или 1,2 м. Такая рейка представляет собой раму, в которой натянута инварная лента. Нижний конец ленты закреплен наглухо, а верхний соединен с пружиной, придающей ленте постоянное натяжение. На лицевой стороне ленты нанесены две шкалы, смещенные одна относительно другой на 2,5 мм; подписаны полудециметровые деления от 0 до 60 (основная шкала) и от 60 до 120 (дополнительная шкала). Отсчет по прецизионной рейке берут с помощью оптического микрометра, вводя изображение ближайшего к горизонтальной нити Штриха рейки в середину клиновидного биссектора сетки нитей.

Контрольные вопросы:

1. На чем основан принцип действия современных нивелиров?
2. На какие типы подразделяют нивелиры по принципу действия?
3. На какие типы подразделяют нивелиры в зависимости от точности?

Лабораторная работа 7. Нивелирование. Определение превышений способом геометрического нивелирования

Цель работы: освоение основных понятий и способов геометрического нивелирования.

Задание: 1. Снять отсчет по рейке в установленных точках на местности. 2. Определить превышение (h). 3. Оформить результаты в журнал нивелирования.

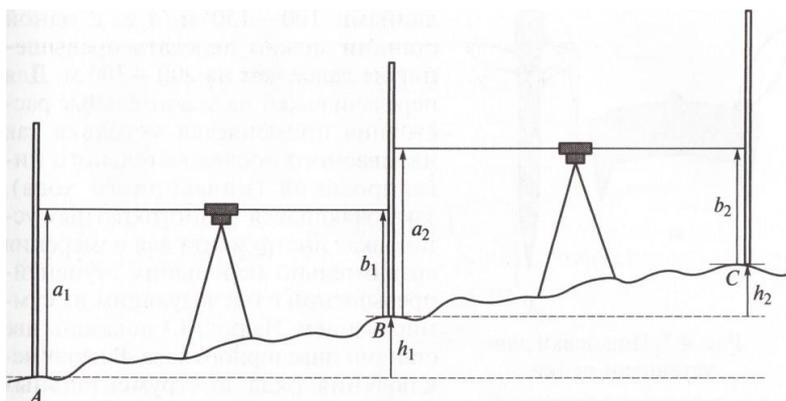
Используемые материалы и оборудование: комплект нивелиров с нивелирными рейками, журналы нивелирования.

Теоретические сведения

Геометрическое нивелирование – наиболее распространённый способ, его выполняют с помощью прибора-нивелира, задающего горизонтальную линию визирования.

В геометрическом нивелировании превышения определяют чаще всего способом «из середины» (рисунок 9) так как он по точности, надёжности и

производительности труда значительно превосходит способ нивелирования «вперед».



$$h = a - b$$

Рисунок 9 – Геометрическое нивелирование: способ «из середины»,

Сущность геометрического нивелирования заключается в следующем: нивелир устанавливают горизонтально и по рейкам с делениями, стоящими в точках А и В, определяют превышение h как разность между отрезкам a и b . Место постановки нивелира (станция) выбирают по возможности на равных расстояниях (a) от задней и передней (b) реек. При равенстве расстояний (плеч) исключается влияние погрешностей.

Ход работы

Нивелирование, как правило, начинают с репера (R_p) или с точки, отметка которой известна. В этом случае на начальной и следующей (определяемой) точках устанавливают рейки. Нивелир размещают приблизительно посередине между точками. Пользуясь подъемными винтами, пузырек круглого уровня приводят в нуль-пункт. Трубу нивелира наводят на рейку на задней (начальной) точке. Далее, пользуясь элевационным винтом, пузырек цилиндрического уровня приводят в нуль-пункт (совмещают изображения концов пузырька контактного уровня) и берут отсчет по черной стороне рейки. Результаты нивелирования записывают в специальный журнал (Таблица 2).

Если известна отметка H_A точки А и превышение h , то отметку H_B точки В определяют как их сумму $H_B = H_A + h$. Во избежание ошибок в знаке превышения точку, отметка которой известна, считают задней, а точку, отметку которой определяют - передней, т.е. превышение - это всегда разность отсчетов назад и вперед. Отсчеты должны производиться при ответном положении реек.

Первый отсчет заносят в колонку 3 журнала (последовательность записей указана цифрами, заключенными в скобки после четырехзначных цифр в колонках). Наводят трубу на черную сторону передней рейки, берут отсчет по средней нити и заносят в четвертую графу (запись 2). Затем поворачивают рейки красными сторонами к нивелиру и берут отсчеты по передней (запись 3) и задней (запись 4) рейкам. Если между задней и передней точками есть промежуточная точка, то переносят и устанавливают на нее заднюю рейку и берут отсчет по черной (запись 5) и красной (запись 6) сторонам.

Таблица 2 – Журнал нивелирования (пример)

Станция	Точка нивелирования	Отсчет по рейке			h выч		h ср		h испр		Hr	H, м
		задний	передний	промежуточный	+		+	-	+	-		
1	R _p 1 ПКО	2808(1) 7496(4)	0702(2) 5380(3)		2106(7) 2107(8)		1 2106(9)	2107				110,110
												112,217
		4688										
			4687									
2	ПКО	1345(1)	1998(2)	2011(5)	0389	0389	0653	+ 1	+ 1	0388	0651	111,566
3	ПК1 ПК1 Т+30,2 ПК2	6033(4)	6684(3)	6698(6)			0651	0389	0652	0388	112,866	110,855
		4688 1300(1) 5988(4)										111,178
			4686 1689(3) 6377(2)									-
		^{fc} 4688										
				4687								
			4688									

Таблица 3 – Журнал нивелирования (к заданию)

Станция	Точка нивелирования	Отсчет по рейке			h превышение, (а-в)
			задний (а)	передний (в)	
1		черная сторона			
		красная сторона			
		средний отсчет			
2					

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается сущность геометрического нивелирования?
2. Что означает «взять отсчет по рейке»?
3. Для чего снимать отсчеты по двум сторонам рейки (черной и красной)?

4. Где применяются результаты нивелирования?

Лабораторная работа № 8. Изучение устройства теодолита

Цель работы: изучение устройства теодолита, основных его деталей, приобретение навыков выполнения поверок и юстировки прибора.

Задание: 1) Изучить устройство теодолита, зарисовать схему прибора с обозначениями. 2) Ознакомиться с классификацией теодолитов.

Используемые материалы и оборудование: теодолит со штативом, бланки задания.

Теоретические сведения

Теодолит – геодезический прибор, предназначенный для измерения горизонтальных и вертикальных углов, а также расстояний и азимутов. Теодолиты широко применяются для определения планового и высотного положения точек при создании исходных и съемочных сетей, при производстве топографических съемок, геодезических разбивочных работ.

По устройству отсчетных приспособлений теодолиты подразделяются на верньерные (отсчеты берутся по диаметрально расположенным верньерам через лупы) и оптические (отсчеты передаются с помощью специального устройства в поле зрения микроскопа, расположенного вблизи зрительной трубы). Теодолиты выпускаются с лимбами из оптического стекла. У этих теодолитов изображение лимбов горизонтального и вертикального кругов передается в поле зрения отсчетных устройств. Оптические теодолиты удобны в эксплуатации, обеспечивают более высокую производительность труда, меньше утомляют наблюдателя в процессе работы. Современные теодолиты отличаются наличием электронного отсчетного устройства.

В зависимости от точности измерения горизонтальных углов теодолиты могут быть разделены на три типа.

1. Высокоточные Т05 и Т1, предназначенные для измерения углов в триангуляции и полигонометрии 1-го и 2-го классов.

2. Точные Т2 – для измерения углов в триангуляции и полигонометрии 3-го и 4-го классов; Т5 – для измерения углов в триангуляционных сетях и полигонометрии 1-го и 2-го разрядов.

3. Технические Т15, Т30 и Т60 – для измерения углов в теодолитных и тахеометрических ходах и съемочных сетях, а также для выполнения разбивочных работ на местности.

В условных обозначениях теодолитов цифра означает среднюю квадратическую погрешность измерения горизонтального угла одним приемом в секундах; для теодолита Т5 $m = 5''$, для Т30 $m = 30''$ и т. д.

По виду отсчетных устройств различают верньерные и оптические теодолиты. Отсчетные устройства в виде верньеров использовались в теодолитах с металлическими кругами (ТТ-50, Т-5 и др.). Теодолиты со стеклянными угломерными кругами и оптическими отсчетными устройствами называются оптическими; в них с помощью оптической системы изображения горизон-

тального и вертикального кругов передаются в поле зрения специального микроскопа.

В настоящее время отечественной промышленностью выпускаются только оптические теодолиты. Выпуск теодолитов с металлическими кругами и верньерами прекращен. В последние годы взамен теодолитов серии Т налажен выпуск более совершенных теодолитов унифицированных серий 2Т, 3Т и 4Т (например: 2Т2, 3Т2, 2Т5, 3Т5, 2Т15, 4Т15, 2Т30, 4Т30 и др.).

По конструкции системы вертикальных осей горизонтального круга теодолиты подразделяются на неповторительные и повторительные.

У неповторительных теодолитов лимбы имеют только закрепительные винты либо приспособления для поворота и закрепления его в различных положениях. Повторительные теодолиты имеют специальную повторительную систему осей лимба и алидады, позволяющую лимбу совместно с алидадой вращаться вокруг своей оси. Такой теодолит позволяет поочередным вращением алидады несколько раз откладывать (повторять) на лимбе величину измеряемого горизонтального угла, что повышает точность измерений.

По назначению различают следующие типы теодолитов.

1. Геодезические (собственно теодолиты) – предназначены для измерения горизонтальных и вертикальных углов.

2. Тахеометры – предназначены для измерения горизонтальных и вертикальных углов и определения расстояний с помощью нитяного дальномера или оптическими дальномерными насадками, что позволяет выполнять с их помощью тахеометрическую съемку. Все технические теодолиты (Т15, Т30 и др.) являются тахеометрами.

3. Теодолиты специального назначения: астрономические теодолиты (АУ2"/10", АУ2"/2") – предназначены для определения широты, долготы и азимутов на основе астрономических наблюдений; маркшейдерские теодолиты (Т15М, Т30М, 2Т30М) для измерений в подземных горных выработках; специализированные теодолиты – гиротеодолиты, фототеодолиты, лазерные теодолиты, кодовые теодолиты и др.

В практике топографо-геодезических работ обычно применяются точные и технические теодолиты, у которых отсчетными приспособлениями являются штриховые и шкаловые микроскопы.

Ход работы. Пояснение к заданию

Теодолит Т30. Круглое основание 1 теодолита (рисунок 10), с которым скреплена подставка 14, одновременно служит дном футляра прибора, что позволяет закрывать прибор, не снимая его со штатива при переходе с точки на точку и при перерывах в работе. Ось вращения теодолита приводится в отвесное положение подъемными винтами 15 с помощью цилиндрического уровня 11 при горизонтальном круге. Уровень расположен параллельно коллимационной плоскости зрительной трубы. Исправительным винтом 10 ось уровня устанавливается перпендикулярно к оси вращения теодолита.

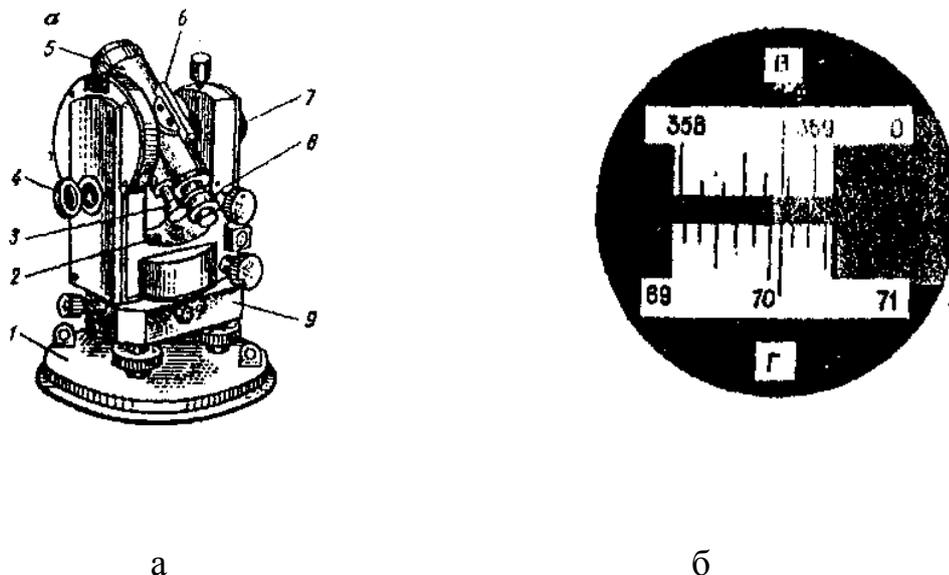


Рисунок 10 – Теодолит Т 30 (а) и поле зрения отчетного микроскопа (б):
 1– основания теодолита; 2 – отверстие в основании прибора; 3 – микроскоп отчетного устройства; 4 – зеркало; 5 – зрительная труба; 6 – оптический визир;
 7 – кремальера; 8 – окулярное кольцо для установки по глазу сетки нитей;
 9 – подставка

Горизонтальный круг (лимб) и алидада могут вращаться совместно и раздельно, что обеспечивается наводящими устройствами 2 и 13 лимба и 3 и 2 алидады. Зрительная труба имеет оптический визир 6 для предварительного наведения на предмет: ее фокусировка осуществляется вращением винта 9. Вместе с трубой скреплены вертикальный круг 7 и отчетный микроскоп 5. Для освещения оптического устройства используют зеркало для направления лучей (зайчика) в отверстие для подсветки. Закрепительным винтом 8 трубу фиксируют в заданном положении, а наводящим винтом 4 медленно вращают ее в вертикальной плоскости для точного наведения на цель. Зрительная труба теодолита Т30 может быть использована как оптический центрир. Для этого ее устанавливают вертикально объективом вниз и визируют на точку стояния через отверстие 16 в круглом основании прибора.

В поле зрения микроскопа видны изображения вертикального (сверху с буквой В) и горизонтального (снизу с буквой Г) кругов. Цена делений обоих

кругов 10'. Отсчеты производят по неподвижному индексу с оценкой десятых долей делений на глаз: на рис. 1 отсчет по вертикальному кругу равен - 358°48', по горизонтальному – 70°05'. Теодолит Т30 имеет штриховой микроскоп. Необходимо помнить, что теодолит Т30 не имеет уровня при вертикальном круге, его заменяет уровень при горизонтальном круге. Поэтому при наведении на предмет и отсчете по вертикальному кругу пузырек уровня должен находиться в нуль-пункте.

Контрольные вопросы:

1. Для чего используется прибор теодолит, какого его устройство?
2. На какие категории делятся теодолиты в зависимости от точности?
3. Как производится отсчет в поле зрения микроскопа отсчетного устройства прибора?

Лабораторная работа № 9. Измерение горизонтальных и вертикальных углов

Цель работы: освоение методики измерения горизонтальных и вертикальных углов и обработки полученных результатов, приобретение начальные навыков геодезических измерений.

Задание: 1) Провести измерение горизонтальных углов способом приемов. 2) Провести измерение вертикальных углов (углов наклона). 3) Записи произвести в журналах (таблицы 1,2).

Используемые материалы и оборудование: комплект теодолита, бланки задания, визирные цели и журналы измерения.

Теоретические сведения

Для измерения горизонтальных углов применяются следующие способы: способ приемов, способ круговых приемов, способ повторений и комбинаций.

Измерение углов способом приемов

Этот способ применяется для измерения одного угла. Измерение может быть выполнено при произвольном положении лимба или при установке его в такое положение, при котором отсчет на точку А будет немного больше нуля (рисунок 11). Во втором случае упрощаются вычисления углов.

Угол измеряют при закрепленном лимбе в такой последовательности.

Открепляют алидаду, наводят зрительную трубу на точку А в начале приближенно – при помощи визиров на корпусе трубы, а затем точно – с помощью наводящего винта алидады и берут отсчет "а" по горизонтальному кругу. Отсчет записывают в журнал измерения горизонтальных углов (таблица 4). Ослабляют закрепительный винт алидады и вращением ее по часовой стрелке визируют на точку В и делают отсчет "в". Величина измеряемого угла $\beta = в - а$. Если отсчет "в" меньше отсчета "а", то к нему прибавляют 360°. Такое измерение угла называется *полуприемом*.

Для контроля и ослабления влияния инструментальных погрешностей угол измеряют при втором положении вертикального круга. При измерении угла вторым полуприемом трубу переводят через зенит и производят все дей-

ствия в указанном выше порядке при другом положении вертикального круга.

Значение углов в полуприемах не должны различаться между собой на величину, удвоенной точности отсчетного устройства, т. е. $2t$. Если это требование соблюдается, то за окончательное значение угла принимают среднее из других полуприемов. При несоблюдении этого требования угол измеряют заново. Результаты измерений оформляют в журнале (таблица 4).

Необходимо отметить, что при измерении углов оптическим теодолитом лимб между полуприемами не переставляют. Способ приемов применяется при проложении теодолитных ходов, выносе проектов в натуру.

Измерение углов способом круговых приемов

Если при вершине угла O (рисунок 11б) больше двух направлений, то измерение углов производят способом круговых приемов. Угол измеряют следующим образом. Закрепляют лимб, и вращением алидады по ходу часовой стрелки наводят зрительную трубу на точки 1, 2, 3, 4, снова наводят на первую точку и берут отсчеты a, b, c , а по горизонтальному кругу и записывают в журнал. Описанные действия составляют первый полуприем. Сравнивая между собой начальный и конечный отсчеты на точку 1 (замыкание горизонта) убеж-

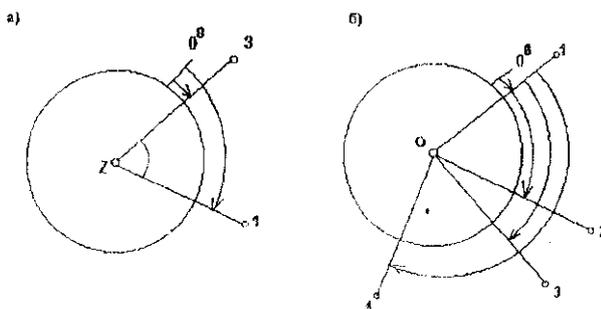


Рисунок 11 – Схема измерения горизонтальных углов:
а – способом приемов; б – способом круговых приемов

даются, что их расхождение не превышает двойной точности отсчетного устройства (2 мин. для теодолита Т30) и приступают ко второму полуприему.

Измерение вертикальных углов (углов наклона)

Углом наклона называют угол между горизонтальной плоскостью и направлением на наблюдаемую точку. Различают *положительные* – углы повышения и *отрицательные* – углы понижения линии визирования.

Ход работы

Работа по измерению углов на станции выполняется в следующем порядке:

1. Установке теодолита в рабочее положение включает следующее: центрирование прибора; приведение оси инструмента в отвесное положение; установка трубы для визирования.
2. Измерение горизонтальных и вертикальных углов (направлений).
3. Обработка журнала наблюдений и контроль измерений на станции.

Таблица 4 – Журнал измерения горизонтальных углов способом приемов. Теодолит Т30 (пример)

Станция	Точка визирования	Отчет по горизонтальному кругу		Среднее значение угла
		КП	КЛ	
О	А	0°08'	180° 07'	90 °07,5'
	В	153°31'	333° 31'	243° 31,0'
	Значение угла	153° 23'	153° 24'	153° 23,5'

Таблица 5 – Журнал измерения горизонтальных углов способом приемов. Теодолит Т30 (для заполнения и обработки результатов съемки)

Станция	Точка визирования	Отчет по горизонтальному кругу		Среднее значение угла
		КП	КЛ	
О	А			
	В			
	Значение угла			

В процессе измерения углов наклона определяют место нуля (МО) – отсчет, соответствующий горизонтальному положению визирной оси трубы и оси уровня вертикального круга. Измерение проводят следующим образом:

1. Зрительную трубу приблизительно наводят на точку и подъемными винтами приводят пузырек уровня горизонтального круга в нуль-пункт;
2. Наводящим винтом зрительной трубы наводят среднюю горизонтальную нить сетки на наблюдаемую точку;
3. Производят отсчет по вертикальному кругу (например КП);
4. Аналогичные действия повторяют при другом положении вертикального круга и получают отсчет при КЛ.

Для теодолита 2 Т30 формулы вычислений места нуля и угла наклона имеют вид:

$$\begin{aligned} \text{МО} &= (\text{КЛ} + \text{КП}) / 2 & (3) \\ v &= (\text{КЛ} - \text{КП}) / 2 \\ v &= \text{КЛ} - \text{МО} = \text{МО} - \text{КП} \end{aligned}$$

При вычислении места нуля и угла наклона к отсчетам меньшим 90° прибавляют 360°.

Контролем измерений служит постоянство места МО. Для удобства вычислений углов наклона значение МО должно быть близко к нулю.

Таблица 6 – Журнал измерений вертикальных углов. Теодолит 2 Т30 (пример)

Станция	Точка визирования	Отчет по вертикальному кругу		Место нуля МО	Вертикальный угол
		КП	КЛ		
О	А	182 ⁰ 15	357 ⁰ 51	+0 ⁰ 03	- 2 ⁰ 12
	В	3 ⁰ 38	356 ⁰ 30	+0 ⁰ 04	+3 ⁰ 34

Таблица 7 – Журнал измерений вертикальных углов. Теодолит 2 Т30 (для заполнения и обработки результатов съемки)

Станция	Точка визирования	Отчет по вертикальному кругу		Место нуля МО	Вертикальный угол
		КП	КЛ		
О	А	182 ⁰ 15	357 ⁰ 51	+0 ⁰ 03	- 2 ⁰ 12
	В	3 ⁰ 38	356 ⁰ 30	+0 ⁰ 04	+3 ⁰ 34

Контрольные вопросы:

1. Перечислите порядок измерения углов на станции.
2. Какие существуют способы измерения горизонтальных углов?
3. Опишите порядок установки теодолита в рабочее положение.
4. Что такое место нуля?

Лабораторная работа № 10. Вычисление объемов земляных работ при планировке поверхности полей

Цель работы: научиться выполнять расчет объемов земляных работ при вертикальной планировке поверхности полей и газонов.

Задание: 1) Изучить данные нивелирования поверхности земли по квадратам с целью решения задачи по вертикальной планировке (по варианту – таблицы 1). 2) Рассчитать отметку линии нулевых работ. 3) Вычислить объемы земляных работ при вертикальной планировке поверхности (таблица 2). 4) Составить схему перемещения грунта при вертикальной планировке поверхности поля.

Используемые материалы и оборудование: схема нивелирования по квадратам с указанием рабочих отметок; расчетные формулы.

Теоретические сведения

Вертикальная планировка поверхности земли - это инженерное мероприятие по искусственному изменению, преобразованию и улучшению рельефа местности для использования его в сельскохозяйственных, градостроительных, природоохранных и др. целях.

Вертикальную планировку необходимо выполнять с максимальным сохранением естественного рельефа местности. При расчете оперируя наименьшими объемами земляных работ.

При этом правильным будет сохранение плодородного слоя почвы там, где это возможно. Если этого сделать нельзя, то гумусовый слой почвы снимают и перемещают за пределы стройплощадки. Впоследствии срезанный слой пойдет на благоустройство территории.

Наибольшее распространение получили методы планировки под топографическую поверхность и под наклонные либо горизонтальные плоскости. Планировка под топографические поверхности ведется с максимальным приближением к естественному рельефу и применяется для уменьшения объемов земляных работ. При этом необходимо, чтобы объем срезки грунта был равен объему подсыпки, т. е. чтобы площади фигур, образованных проектными горизонталями и фактическими ниже по склону (места срезки грунта), равнялись площадям фигур, расположенным выше по склону (места подсыпки грунта).

Чаще всего исходными данными для вертикальной планировки служат топографические планы местности, разбитые на квадраты. При выполнении планировки для рекультивации земель необходимо специально выполнять нивелирование по квадратам с целью получения существующего рельефа местности в горизонталях с вычислением отметок вершин квадратов.

Если имеется готовый план местности в горизонталях, то на него наносят сетку квадратов со сторонами 10 либо 20 м. Длина стороны квадрата зависит от сложности рельефа.

Отметки вершин квадратов определяют по плану интерполированием или экстраполированием по горизонталям. Отметки точек в вершинах квадратов называются *фактическими*, а *проектным* будут такие отметки, которые надо получить в результате планировки. Разность между проектной и фактической отметкой называется *рабочей отметкой* и показывает, какое количество грунта необходимо срезать (если отметка отрицательная) или подсыпать (если отметка положительная).

Отметки поверхности земли можно получить путем геодезического приема нивелирования по квадратам, когда нивелир устанавливают в середине сети квадратов и снимают отсчеты по рейкам, установленным в каждой вершине квадратов. Тогда, вычитая из отсчетов по рейке высоту прибора, получают относительные отметки вершин квадратов, а после привязки к реперу получают абсолютные фактические отметки поверхности.

Исходные данные для вертикальной планировки (рисунок 1). Необходимо решить, в какую плоскость следует преобразовывать рельеф: в горизонтальную или наклонную. Выбирается более экономичный вариант.

Ход работы

Последовательность решения задачи упрощенным способом:

1. Вычисляется средняя отметка из всех данных, она и будет являться проектной (рисунок 1);
2. Вычисляются рабочие отметки всех вершин квадратов, как разность между проектной и фактической отметками;
3. Если величины рабочих отметок слишком большие, то планировку следует выполнять в наклонной плоскости; для получения рабочих отметок в наклонной плоскости надо провести по сетке квадратов линию нулевых работ

по отметкам, равным средней путем интерполяции и от этой линии назначить уклоны на крутизну ската вверх и вниз по рельефу, тогда проектные отметки в вершинах квадратов по сторонам от линии нулевых работ можно определить по формуле:

$$H_{\text{пр}}^i = H_{\text{ср}} \pm i d_1, \quad (4)$$

где $H_{\text{пр}}^i$ – проектная отметка каждой вершины квадрата; $H_{\text{ср}}$ – средняя отметка из всех вершин; i – желаемый и оптимальный уклон проектной поверхности; d_1 – расстояние от линии нулевых работ до каждой вершины квадрата по направлению уклона по линии сетки, в которой нужно определить проектную отметку.

4. Рабочие отметки подписывают на сетке квадратов (рисунок 12).

5. Проводят *линию нулевых работ* (граница между участками насыпи- выемки грунта, которая проходит через точки на сторонах квадратов, где рабочие отметки равны нулю ($H_{\text{ч}}=H_{\text{ср}}$) в виде ломаной, соединяющей точки нулевых работ; для этого по формулам (5,6) вычисляют расстояние от вершин квадратов до точек, в которых насыпь переходит в выемку (рисунок 12).

6. Для расчета местоположения точек нулевых работ используют соотношение

$$X = \frac{a \cdot |h_2|}{|h_1| + |h_2|} \quad (5)$$

$$Y = \frac{a \cdot |h_1|}{|h_1| + |h_2|} \quad (6)$$

где h_1 – рабочая отметка выемки (-); h_2 – рабочая отметка насыпи (+), противоположной стороны квадрата, на которой определяется положение отметки; a – длина стороны квадрата, м (контроль $X+Y=a$); x, y – расстояние от вершины квадрата с рабочей отметкой h_2 или h_1 , от которой откладывается расстояние нулевой точки h_0 ;

Отметки точек наносят на план (рисунок 12), соединяют соседние точки отрезками прямых и получают линию нулевых работ.

7. По рабочим отметкам вершин квадратов вычисляют объемы земляных работ. Расчет объемов земляных масс при вертикальной планировке площадок осуществляется методом четырехугольных призм по расчетным формулам (7–11), для случаев, когда квадраты имеют рабочие отметки одного знака (формула 7) и разные знаки (формулы 8–11).

*Расчетные формулы для вычисления
объема квадрата:*

рабочие отметки с одним знаком, знак объема зависит от знака рабочих отметок

$$\pm V_{\text{кв}} = a^2 \cdot \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} \quad (7)$$

объема призмы с основанием треугольник:
– объем выемки

$$-V_{\text{в}} = a^2 - \frac{b \cdot c}{2} \cdot \frac{h_1 + h_2 + 2h_0 + h_4}{5} \quad (8)$$

$$- \text{объем насыпи} \quad + V_H = \frac{b \cdot c}{2} \cdot \left[\frac{h_0 + h_3 + h_0}{3} \right] \quad (9)$$

объема трапеции:

$$- \text{объем выемки} \quad - V_B = a \cdot P_B \cdot \left[\frac{h_1 + h_2 + 2h_0}{4} \right] \quad (10)$$

$$- \text{объем насыпи} \quad + V_H = a \cdot P_H \cdot \left[\frac{h_0 + h_4 + h_3 + h_0}{4} \right] \quad (11)$$

где, a – сторона квадрата (по заданию); h_0 – отметка линии нулевых работ b , c , P_B , P_H – расстояние от вершины квадрата с рабочей отметкой h_2 или h_1 , от которой откладывается расстояние нулевой точки h_0 (равное x или y) с соответствующим знаком (+ или –).

В приведенные формулы рабочие отметки ставятся по своей абсолютной величине, а знак всех рабочих отметок фигуры (квадрата или его части) определяет объемы к выемке или насыпи.

Для упорядочения расчетов рекомендуется выполнять их в форме, приведенной в таблице 2.

Каждому квадрату слева направо и сверху вниз присваивается номер, представленный на чертеже (в кружке). Для квадратов, разделенных линией нулевых работ, ставятся два номера: очередной и тот же, но со штрихом, например, 4 и 4' соответственно для выемки и насыпи.

8. Объемы земляных работ определяются в границах каждого квадрата считая срезаемые или насыпаемые объемы фигурами стереометрии (призмами или пирамидами), а затем подсчитывается сумма всех насыпаемых и всех срезаемых частей и баланс земляных работ.

В тех случаях, когда объемы работ по вертикальной планировке рассчитываются под нулевой баланс грунта ($V_B = V_H$), необходимо проверить расхождение расчетных объемов выемки и насыпей, которое не должно превышать 5 % от объемов выемки.

После определения основных объемов следует определить объемы земляных работ в откосах площадки. Крутизна откосов принимается в зависимости от типа грунтов по табличным данным (в данной лабораторной работе не рассчитываются).

Пример выполнения расчёта по данным, представленным на рисунке 2.

- средняя отметка из всех данных – 1,525 м;
- рабочие отметки подписаны курсивом и получены вычитанием из средней отметки фактической отметки;
- линия нулевых работ получена путем расчета по формуле (5, 6) и интерполяции и обозначена пунктиром;
- объемы земляных работ получены расчетом по формулам (7–11) и обозначены в кружках на схеме (рисунок 12);

• баланс земли составляет: $+213,6 \text{ м}^3) - 280,6 \text{ м}^3 - 67,0 \text{ м}^3$ – дефицит.

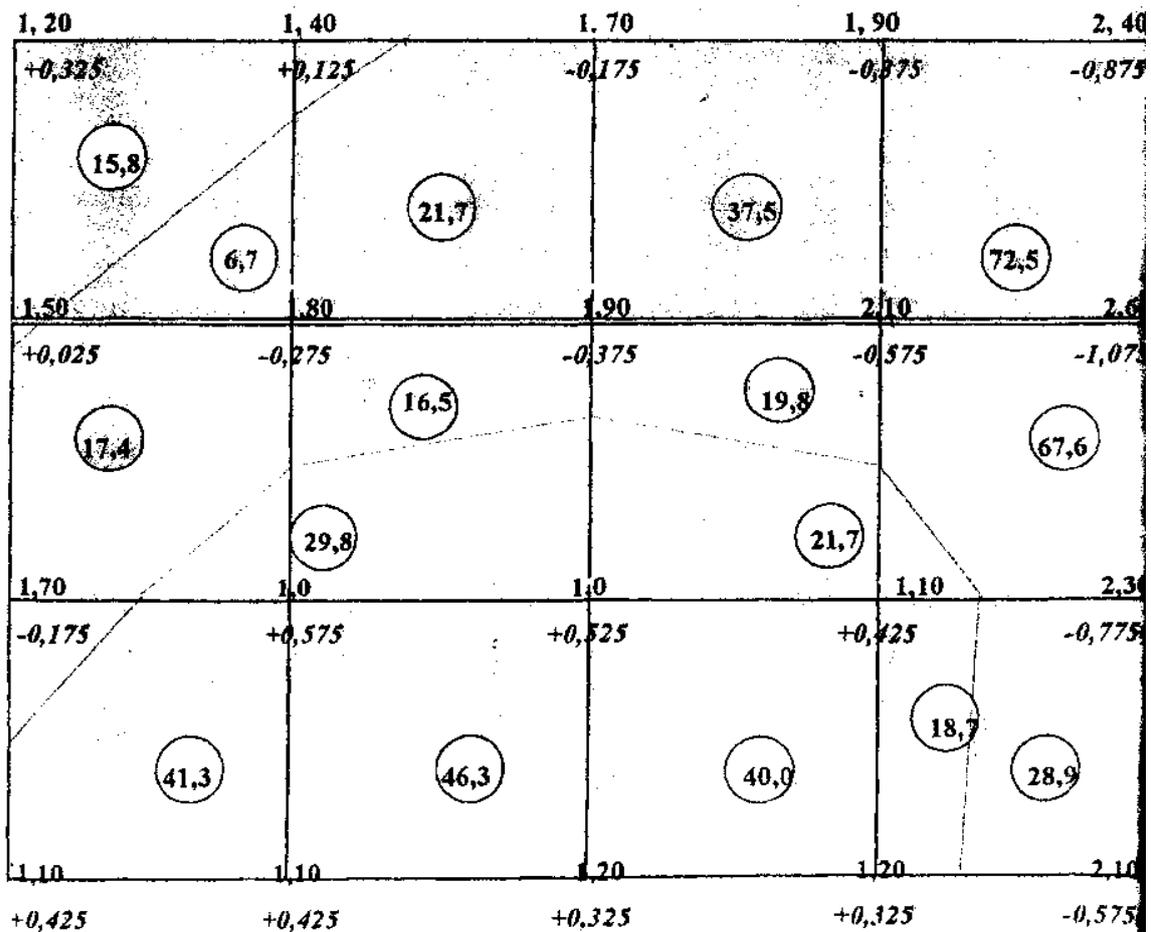


Рисунок 12 – Расчет отметок при планировке поверхности земли

Варианты заданий для расчета

Таблица 8 – Отметки вершин квадратов для расчетов. (а – сторона квадрата)

Варианты	1	2	3	4
a= 10 м	1,6; 1,4; 1,2; 1,0; 1,0; 1,8; 1,7; 1,4; 1,1; 1,0; 2,3; 2,1; 1,9; 1,7; 1,3; 1,5.	4,6; 4,4; 4,2; 4,0; 4,0; 4,8; 4,7; 4,4; 4,1; 4,0; 5,3; 5,1; 4,9; 4,7; 4,3; 4,5	1,8; 1,4; 2,2; 2,0; 2,0; 2,8; 2,7; 2,4; 2,1; 2,0; 3,3; 3,1; 2,9; 2,7; 2,3; 2,7	8,6; 7,4; 7,2; 8,0; 8,0; 7,8; 7,7; 8,4; 8,1; 8,0; 8,3; 8,1; 7,9; 7,7; 7,3; 7,0
варианты	5	6	7	8
a= 20 м	1,6; 1,4; 1,2; 1,0; 1,0; 1,8; 1,7; 1,4; 1,1; 1,0; 2,3; 2,1; 1,9; 1,7; 1,3; 1,2	1,6; 1,4; 1,2; 1,0; 1,0; 1,8; 1,7; 1,4; 1,1; 1,0; 2,3; 2,1; 1,9; 1,7; 1,3; 1,8	1,6; 1,4; 1,2; 1,0; 1,0; 1,8; 1,7; 1,4; 1,1; 1,0; 2,3; 2,1; 1,9; 1,7; 1,3; 1,6	8,6; 8,4; 8,2; 9,0; 9,0; 8,8; 8,7; 9,4; 10; 10; 8,3; 9,1; 9,9; 9,7; 9,3; 9,4
варианты	9	10	11	12
a= 10м	3,3; 3,4; 3,8;	2,6; 1,4; 3,2;	7,6; 7,4; 8,2;	1,1; 1,2; 1,4; 2,0;

Варианты	1	2	3	4
	4,0; 4,6; 3,8; 3,9; 4,4; 5,1; 5,6; 3,9; 4,1; 4,9; 5,7; 6,3; 7,0	3,0; 3,0; 2,8; 1,7; 1,4; 1,4; 1,3; 2,3; 2,1; 1,9; 1,7; 1,3; 1,6	8,0; 8,0; 8,8; 8,7; 8,4; 8,1; 8,0; 7,3; 7,1; 7,9; 7,7; 7,3; 7,9	2,2; 1,2; 1,4; 1,5; 1,7; 1,8; 1,3; 1,6; 1,9; 1,9; 1,9, 2,2
варианты	13	14	15	16
a= 20 м	6,6; 6,4; 6,2; 6,1; 6,0; 6,8; 6,7; 6,4; 6,1; 6,0; 6,3; 7,1; 6,9; 6,7; 7,3; 6,1	9,6; 8,4; 8,2; 9,0; 9,2; 9,8; 8,7; 8,4; 9,1; 9,0; 9,3; 9,1; 8,9; 8,7; 9,3; 8,5	7,6; 7,4; 7,2; 7,0; 7,0; 7,8; 7,7; 7,4; 7,1; 7,0; 8,3; 8,5; 8,9; 8,7; 9,3; 9,5	5,2; 6,4; 6,2; 6,0; 5,6; 5,8; 6,7; 6,4; 6,1; 6,0; 6,3; 7,1; 6,9; 6,7; 7,3, 8,2

Таблица 9 – Расчет объемов земляных масс при вертикальной планировке (для заполнения)

Номера квадратов или их частей	Рабочие отметки в углах сетки (по часовой стрелки)				Средняя отметка фигуры, h_{cp}	Площадь фигуры F , m^2		Объем работ в фигуре, m^3	
	h_1	h_2	h_3	h_4		выемка	насыпь	выемка V_B	насыпь V_H
1									
2									
3									
3									
4									
4									
5									
и т. д.									
Итого объем грунта в выемке/насыпи									
Сумма объемов планировки в плотном теле V_{Π}									
Итого объем грунта в плотном теле $V_B - V_H$									

Контрольные вопросы:

1. С какой целью выполняется планировка поверхности земли?

2. Как вычисляют среднюю и рабочие отметки из данных?
3. Для чего определяют линию нулевых работ?
4. На основе каких измерений вычисляют объемы земляных работ?
5. Что такое землеустроительный проект?
6. Назовите основные части землеустроительного проекта.
7. Что такое авторский надзор?

2 ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Общие требования безопасности

1.1. К работе в специализированных лабораториях допускаются лица, прошедшие инструктаж по охране труда.

1.2. Лица, допущенные к работе в лаборатории, должны соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, расписание учебных занятий, установленные режимы труда и отдыха.

1.3. При работе в учебной аудитории (лаборатории) возможно воздействие на работающих опасных производственных факторов, таких как ушибы и травмы при несоблюдении техники безопасности при использовании геодезических приборов (штатива, нивелирной рейки).

1.4. В учебной аудитории (лаборатории) должна быть медаптечка с набором необходимых медикаментов и перевязочных средств.

1.5. Лаборанты и преподаватели обязаны соблюдать правила пожарной безопасности, знать места расположения первичных средств пожаротушения, пожарные выходы.

1.6. О каждом несчастном случае пострадавший или очевидец обязан немедленно сообщить преподавателю, зав.лабораториями, начальнику службы ОТ, директору института.

1.7. При получении травмы немедленно оказать первую помощь пострадавшему, сообщить об этом зав.лабораториями, начальнику службы ОТ, директору института. При необходимости отправить пострадавшего в лечебное учреждение.

1.8. В процессе работы преподаватели и лаборанты должны соблюдать правила ношения спецодежды, пользования средствами индивидуальной и коллективной защиты, соблюдать правила личной гигиены, содержать в чистоте рабочее место.

1.9. Лица, допустившие невыполнение или нарушение инструкций по охране труда, привлекаются к дисциплинарной ответственности в соответствии с правилами внутреннего трудового распорядка и, при необходимости, подвергаются внеочередной проверке знаний и норм и правил охраны труда.

2. Требования безопасности перед началом работы

2.1. Подготовить к работе и проверить исправность оборудования, приборов, убедиться в их целостности.

2.2. Убедиться в наличии и целостности заземления у приборов.

2.3. Проветрить помещение лаборатории.

3. Требования безопасности во время работы

3.1. Работать в помещении лаборатории разрешается только в присутствии преподавателя.

3.2. Во время работы в лаборатории требуется соблюдать чистоту, порядок и правила охраны труда.

3.3. Работа должна быть организована так, чтобы во время длительных операций одновременно можно было выполнять другую работу.

4. Требования безопасности при работе с геодезическими инструментами

В целях безопасности труда необходимо строго соблюдать технику безопасности как в процессе работы с геодезическими инструментами, и передвижению по месту работы, так и в пути следования к месту работы и обратно:

- штативы носить на плече, башмачками вниз, сзади;
- запрещается перекидывать вешки. Носить их следует в вертикальном положении, остриём вниз;
- запрещается перекидывать шпильки мерной ленты;
- при работе с мерной лентой, во избежание пореза, перемещать её только за ручки;
- в местах установки инструмента, в зоне 2 м от него не должно находиться других инструментов: вешек, реек, колышков и т. д.
- в процессе измерения около геодезического инструмента не должно находиться никого, кроме наблюдателя и его помощника, во избежание случайных травм;
- при перемещении по месту работ следить за состоянием поверхности земли, во избежание травм;
- при пользовании транспортом строго соблюдать правила дорожного движения: переходить под прямым углом, убедившись в отсутствии приближающегося транспорта на расстоянии не менее 100 м;
- не осуществлять посадку в перегруженный автотранспорт и не догонять его, во избежание травм;

– переходить дорогу разрешается только в установленных местах.

Работа с современными геодезическими приборами:

1. К работе с оптико-электронными, радиоэлектронными приборами, спутниковой и гравиметрической аппаратурой, к обслуживанию бензоэлектрических агрегатов, аккумуляторных батарей должны допускаться лица, имеющие на это право, подготовка которых подтверждена соответствующим документом.

2. При эксплуатации геодезических приборов, оборудования, вспомогательной аппаратуры запрещается:

- применять не по назначению и использовать эту технику в неисправном состоянии;
- эксплуатировать в режимах и при нагрузках, превышающих установленные паспортом нормы;
- применять без контрольно-измерительных и индикаторных устройств, входящих в комплект, или без штатных средств защиты и сигнализации;
- оставлять без присмотра работающее оборудование и аппаратуру в случаях, требующих обязательного присутствия обслуживающего персонала;
- пользоваться оборудованием, не имеющим специального технического заключения по их безопасной эксплуатации.

3. Во время работы радиодальномерами с мощностью излучения более 100 мВт запрещается:

- присутствие людей в секторе 100 с радиусом 3 м с центром в основании антенны дальномерной станции;
- касаться конденсаторов настройки, объемного резонатора и других де-

талей, находящихся под напряжением более 36 В;

– работать в помещении без поглощающего экрана, устанавливаемого перед антенной.

4. При работе с лазерными геодезическими приборами с мощностью излучения более 1 мВт запрещается:

- в момент генерации излучения осуществлять визуальный контроль точности визирования на отражатель без применения защитных средств;
- направлять луч лазера на глаза или другие части тела людей;
- наводить лазерный луч на отражающие поверхности (зеркала, полированные материалы, стекла).

5. При работе с электронными геодезическими приборами в полевых условиях запрещается:

- касаться руками неизолированных проводов и других элементов электронной схемы;
- работать во время дождя и под линиями электропередачи;
- протирать узлы и детали тряпкой или ветошью.

6. Ремонт, юстировка, настройка высокочастотных приборов должны производиться подготовленными специалистами в рабочих помещениях, в которых пол, стены и потолок экранированы специальными поглощающими материалами.

7. С целью ограничения воздействия электромагнитного излучения рекомендуется:

- рациональное размещение в рабочем пространстве оборудования, излучающего электромагнитную энергию;
- удаление источников излучения от рабочих мест;
- экранирование рабочего места;
- установление рациональных режимов работы оборудования и обслуживающего персонала;
- применение средств сигнализации (световой, звуковой) и средств индивидуальной защиты.

4. Требования безопасности по окончании работы

4.1. Привести в порядок рабочее место, убрать все химреактивы на свои места в лаборантскую в закрывающиеся на замки шкафы и сейфы.

4.2. Отключить приборы от электрической сети. При отключении из электророзетки не дергать за электрический шнур.

4.3. Проветрить помещение лаборатории

3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

Основная литература:

1. Дробязко, Д. Л. Инженерная геодезия: краткий тезисный курс [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Д. Л. Дробязко. – Москва: Русайнс, 2017. – 192 с. (ЭБС «Book.ru»).
2. Государственные учётные системы по управлению и развитию территорий Российской Федерации (кадастры, реестры, регистры) [Электронный ресурс]: учеб. пособие / под ред. А. П. Сизова. – Москва: КноРус, 2018. – 208 с. (ЭБС «Book.ru»).
3. Липски, С. А. Правовое обеспечение землеустройства и кадастров [Электронный ресурс]: учебник / С. А. Липски, И. И. Гордиенко, К. В. Симонина. – 2-е изд., стер. – Москва: КноРус, 2018. – 430 с. (ЭБС«Book.ru»).

Дополнительная литература:

1. Варламов, А. А. Земельный кадастр: учебник: в 6 т. / А. А. Варламов. – Москва: КолосС, 2007. – Т.1: Теоретические основы государственного земельного кадастра. – 2007. – 383 с.
2. Варламов, А. А. Земельный кадастр: учебник: в 6 т. / А. А. Варламов. – Москва: КолосС, 2005. – Т. 2: Управление земельными ресурсами. – 2005. – 527 с
3. Дубенок, Н. Н. Землеустройство с основами геодезии: учебник / Н. Н. Дубенок, А. С. Шуляк; под ред. Б. Б. Шумакова. – Москва: КолосС, 2002. – 320 с.
4. Вервейко, А. П. Землеустройство с основами геодезии: учебник для вузов / А. П. Вервейко. – Москва: Недра, 1988. – 260 с.
5. Кусов, В. С. Основы геодезии, картографии и космоаэро съемки: учебник / В. С. Кусов. – 2-е изд., испр. – Москва: Академия, 2012. – 256 с.

Локальный электронный методический материал

Екатерина Андреевна Барановская

ГЕОДЕЗИЯ С ОСНОВАМИ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА

Редактор С. Кондрашова

Корректор Т. Звада

Уч.-изд. л. 4,0.. Печ. л. 3,1.

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1