

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ
«УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР»**

ГЕОДЕЗИЯ

**Методические указания и контрольные задания для
студентов-заочников образовательных учреждений среднего
профессионального образования
по специальности 250110 «Лесное и лесопарковое хозяйство»**

**п. Правдинский
2012**

Методические указания и контрольные задания по дисциплине «Геодезия» для студентов-заочников образовательных учреждений среднего профессионального образования специальности 250110 Лесное и лесопарковое хозяйство. М.: УМЦ, 2012

В данном учебном пособии представлены учебные задания по изучению дисциплины, список литературы и нормативной документации, методические указания по изучению каждой темы и выполнению контрольных работ. Даны вопросы для самоконтроля студентов и домашних контрольных работ. Приведен перечень практических заданий.

Методические указания составлены в соответствии с примерной программой по дисциплине «Геодезия» специальности 250110 Лесное и лесопарковое хозяйство.

Автор:	Крылова Н.Я.	- преподаватель ФБОУ СПО «Правдинский лесхоз-техникум»
Рецензент:	Г.Г. Данилюк Н.И. Ананьева	- ФБОУ СПО «Хреновской лесной колледж им. Г.Ф. Морозова» - ФБОУ СПО «Краснобаковский лесхоз-техникум»
Редактор:	Нехайчук О.Г.	- начальник отдела учебно-методического обеспечения ФБУ «Учебно-методический центр»

Замечания, предложения и пожелания по методическим указаниям направляйте в ФБУ «УМЦ» по адресу: 141260 Московская обл., пос. Правдинский, ул. Студенческая, 4

ВНИМАНИЕ!

Уважаемый студент заочной формы обучения, прежде чем приступить к изучению дисциплины «Геодезия», внимательно прочитайте ВВЕДЕНИЕ и ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ. Основная форма работы студента-заочника - самостоятельная работа с учебной литературой, в результате которой он должен получить теоретическую подготовку, необходимую для выполнения двух контрольных работ. При изучении данного материала следует придерживаться последовательности:

- Самостоятельное изучение дисциплины «Геодезия»;
- Особенности изучения дисциплины «Геодезии»;
- Применение знаний Геодезии в профессиональной деятельности;
- Минимальный перечень изучаемых вопросов;
- Требования к результатам освоения учебной дисциплины;
- Практические и лабораторные работы;
- Контрольные работы;
- Экзамен.

ВВЕДЕНИЕ

Геодезия – наука об измерениях на земной поверхности, проводимых для определения формы и размеров Земли, изображения земной поверхности на картах и планах, решения различных задач при организации и ведении геодезических работ.

Съёмка – это комплекс измерительных работ на местности, направленных на получение картографических материалов. При изучении данной дисциплины Вы познакомитесь с методами, технологией и техническими средствами, разработанными геодезией и применяемыми при съёмках в лесу, научитесь самостоятельно выполнять горизонтальную съёмку лесных площадей и использовать планы и топографические карты в лесохозяйственной деятельности.

Геодезические знания необходимы:

- при проектировании и создании различных инженерных сооружений;
- при проведении научных исследований;
- при осуществлении обороны страны;
- при добыче полезных ископаемых;
- при организации и ведении сельского и лесного хозяйств;
- при планировке, озеленении и благоустройстве населённых мест, лесоустройстве и т.д. Там, где работы связаны с необходимостью изменять поверхность Земли.

Для успешного решения многих лесохозяйственных задач, наряду со знаниями по лесоводству, таксации, механизации, воспроизводству лесов и лесоразведению, экономике и организации лесного хозяйства, нужны и геодезические знания. Проведение лесоустройства, восстановление границ зем-

лепользований, отвод участков под лесохозяйственные мероприятия, строительство лесовозных дорог, создание лесных культур, полезащитное лесоразведение, мелиорация земель, охрана леса от пожаров и т.п. требуют от специалиста умения пользоваться картами, планами, выполнять геодезические расчёты, осуществлять перенос в натуру проектов и производить съёмку лесных площадей.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь:**

- читать топографические и лесные карты (планы), выполнять по ним измерения и вычерчивать их фрагменты;
- применять геодезические приборы и инструменты;
- вести вычислительную и графическую обработку полевых измерений;
- проектировать и переносить в натуру участки заданной площади;

знать:

- назначение и содержание лесных карт (планов);
- назначение и устройство геодезических приборов;
- организацию и технологию геодезических работ;
- основные сведения из теории погрешностей.

При самостоятельном изучении дисциплины вначале ознакомьтесь с вопросами очередной темы. Затем прочитайте указания к теме и изучите последовательно все вопросы по учебнику с учётом рекомендаций, осмысливая изучаемые вопросы, конспектируйте основные термины, положения и выводы. Вычерчивайте поясняющие схемы.

Конечная цель изучения геодезии – получить практические навыки в решении геодезической стороны лесохозяйственных задач. Поэтому программой по дисциплине предусмотрены практические занятия и лабораторные работы. На этих занятиях студенты должны выработать умение и навыки в измерениях на местности, в обработке результатов измерений, в составлении геодезических чертежей и в решении специальных задач.

На практических занятиях во время сессии Вам будет предоставлена возможность выполнить те практические занятия и лабораторные работы, которые связаны с применением геодезических приборов и использованием топографических карт. Часть практических работ Вам предстоит выполнить самостоятельно во время домашней подготовки. Эти практические работы следует выполнять после изучения теоретического материала для закрепления и тренировки навыков.

Контрольные работы нужны для контроля Ваших знаний в изучении материала и оказания помощи при необходимости.

По геодезии Вам предстоит выполнить две контрольные работы по варианту, указанному в учебном графике. Работы выполняйте в отдельных тетрадях, записывая условия задачи, указывайте исходные данные и конечные цели. Применяйте формулы и чёткие расчёты, вычерчивайте требуемые схемы и чертежи. Бланки и отдельные чертежи закрепляйте на своих местах и аккуратно сворачивайте по формату тетради. В конце работы укажите используемую литературу, поставьте дату выполнения и свою подпись.

Заканчивается изучение дисциплины «Геодезия» сдачей экзамена. К экзамену допускаются студенты, имеющие две зачётные контрольные работы, выполнившие все предусмотренные планом практические и лабораторные работы, сдавшие по ним зачёт. Следует отметить, что контрольные работы не охватывают весь программный материал. Поэтому для успешной сдачи экзамена надо изучать все перечисленные в учебных заданиях вопросы.

При выполнении контрольных работ вариант определяется по последней цифре шифра.

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Основной целью данного пособия является оказание помощи студентам-заочникам в организации самостоятельной работы по изучению «Геодезии» в объёме действующей программы. Такая работа требует большого упорства и умения читать, понимать и применять прочитанное, но в то же время она способствует дальнейшему развитию умений и навыков самообразования.

Чтобы облегчить усвоение, весь программный материал разделён на два учебных задания, в которые вошли, как минимум, следующие вопросы:

УЧЕБНОЕ ЗАДАНИЕ № 1

Раздел 1. ПЛАНЫ И КАРТЫ. ОСНОВЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЪЁМКИ

- 1.1. Изображение земной поверхности на планах и картах. Масштабы.
- 1.2. Принципы и методы выполнения съёмочных работ.
- 1.3. Основные сведения из теории погрешностей и техники вычислений.

Раздел 2. ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ СЪЁМКИ

- 2.1. Линейные измерения.
- 2.2. Съёмка буссолью.
- 2.3. Теодолитная съёмка.
- 2.4. Определение площадей.

УЧЕБНОЕ ЗАДАНИЕ № 2

Раздел 3. ВЕРТИКАЛЬНЫЕ СЪЁМКИ

- 3.1. Приборы геометрического нивелирования.
- 3.2. Нивелирование трассы.

Раздел 4. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЁМКА

- 4.1. Тахеометрическая съёмка.
- 4.2. Глобальные навигационные системы.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Дубов С.Д., Поляков А.Н. Геодезия. М.: Агропромиздат, 1988
2. Дубов С.Д., Поляков А.Н. Лесная съёмка. М.: Лесная промышленность, 1982
3. Дубов С.Д., Поляков А.Н. Практикум по геодезии. М.: Агропромиздат, 1990
4. Дубов С.Д., Поляков А.Н. Практикум по лесной съёмке. М.: Лесная промышленность, 1984
5. Лебедев П.Е. Топографическое черчение. М.: Недра, 1987

Дополнительная

6. Кушкин И.Ф., Кушкин В.И. Геодезия. Р-на-Д. Феникс, 2009
7. М.И.Киселёв., Д.Ш. Михелев. Геодезия М.: Академия, 2010
8. Голубкин В.М., Соколова Н.И. и др. Геодезия. М.: Недра, 1975
9. Хренов Л.С. Геодезия. М.: Высшая школа, 1979
10. Уткин А.Я. Съёмочные работы при лесоустройстве и в лесном хозяйстве. М.: Лесная промышленность, 1977
11. Справочное руководство по инженерно-геодезическим работам. Под ред. В.Д.Большакова и Г.П.Левчука. М.: Недра, 1980
12. Условные знаки для топографической карты масштаба 1:10000. М.: Недра, 1977
13. Учебные топографические карты масштабов 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000. М.: ГУГК, 1979-1987
14. Хренов Л.С. Пятизначные таблицы тригонометрических функций. М.: Наука, 1975

Интернет-ресурсы:

1. Федеральный портал Российское образование gf.mii.gov.ru
2. Мосгеопроект – geode.ru
3. Профессиональное образование Геодезия. Картография window.edu.ru
4. Георесурс. GeoResurs.net

УЧЕБНОЕ ЗАДАНИЕ № 1

Раздел 1. ПЛАНЫ И КАРТЫ. ОСНОВЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЪЁМКИ

Тема 1.1. Изображение земной поверхности на планах и картах. Масштабы.

Студент должен

уметь:

- вычерчивать планово-картографические элементы и материалы лесоустройства;
- читать планы и карты, осуществлять по ним необходимые измерения;

знать:

- содержание и назначение карты, плана, профиля местности;
- масштаб, измерение расстояний, горизонтальных проложений;

- определение по карте географических и прямоугольных координат точек;
- ориентирование линий.

Дисциплина «Геодезия» и её связь с другими науками. Понятие о форме и размерах Земли.

Понятие о картографических проекциях. Проекция Гаусса и её свойства.

Ортогональное проектирование и горизонтальные проложения.

Системы координат, применяемые при съёмке местности и использовании карт.

Карта, план и профиль местности.

Масштабы и измерение расстояний по карте и плану.

Классификация и назначение карт и планов.

Разграфка и номенклатура карт.

Координатные сетки на топографических картах.

Определение по карте географических и прямоугольных координат точек.

Нанесение на план (карту) точек по их географическим и прямоугольным координатам.

Ориентирование линий.

Измерение по карте дирекционных углов и азимутов.

Румбы и их связь с азимутами (дирекционными углами).

Сближение меридианов, магнитное склонение, поправка направления.

Изображение ситуации местности на топографических и лесных картах (планах).

Изображение рельефа местности горизонталями и другими знаками.

Определение по карте форм, характерных линий и точек рельефа, абсолютных и относительных высот (отметок) точек, крутизны и формы скатов и уклонов линий местности.

Литература

Основная

(1), с. 10-50; (2), с. 8-42.

Дополнительная

(8), с. 7-18, 23-40, 53-57; (9), с. 10-58, 98-106;

(10), с. 3-6, 8-21, 22-25.

Методические указания

При изучении данной темы Вы должны научиться грамотно читать плано-картографические материалы и решать по ним определённые задачи. Эти знания затем позволят целенаправленно изучать методы измерения земной поверхности и изображения её на планах.

Обязательно законспектируйте определения встречающихся терминов: уровенная поверхность, горизонтальное проложение, высота точки, превы-

шение, план, карта, профиль, масштаб, координаты, азимут, румб, сближение меридианов, магнитное склонение, горизонталь, высота сечения, заложение, уклон; крутизна ската, водораздел, водослив и др.

Изучая лесные планы, обратитесь в участковое лесничество, где с этими документами работают, они должны оказать Вам помощь.

После освоения данной темы для самопроверки ответьте на контрольные вопросы учебника (1) на с. 49 и решите приведённые ниже задачи. В случае затруднений вновь вернитесь к учебнику и прочитайте соответствующий материал внимательнее.

Задачи для самоконтроля

1. Определите горизонтальное проложение линии, если её длина на местности 218,43 м, а угол наклона к горизонту 4° .
2. Определите длину наклонной линии местности, если, её горизонтальное проложение 193,18 м, а угол наклона 5° .
3. Определите длину линии на плане в масштабе 1:5000, если горизонтальное проложение линии на местности 275,38 м.
4. Определите масштаб, если отрезку на плане в 2,4 см соответствует на местности длина 600 м.
5. Определите расстояние на местности, если на топографической карте в масштабе 1:25000 между заданными точками 93 мм.
6. Определите прямоугольные координаты пункта, расположенного в квадрате прямоугольной (километровой) сетки, координаты юго-западного угла квадрата $X = 6068$ км, $Y = 4312$ км, длина перпендикуляра, опущенного из данного пункта на южную сторону квадрата, в масштабе карты 175 м, а длина перпендикуляра, опущенного из данного пункта на заданную сторону квадрата, в масштабе карты 810 м.
7. Переведите азимуты $339^\circ 18'$; $64^\circ 08'$; $184^\circ 23'$; $171^\circ 20'$ в румбы.
8. На топографической карте дирекционный угол направления имеет величину 89° , сближение меридианов западное $-2^\circ 24'$, магнитное склонение восточное $+6^\circ 12'$. Определите истинный азимут этого направления, используя величину сближения меридианов. Определите магнитный азимут этого направления, используя магнитное склонение.
9. Определите угол и крутизну ската участка шоссе, заключённого между горизонталями, если высота сечения 5 м, заложение по карте 5 мм, масштаб карты 1:25000.
10. Определите уклон, если превышение между точками 3,7 м, а горизонтальное положение 128 м.
11. Определите отметку точки, лежащей между горизонталями 190 и 195 м, если расстояние между горизонталями на плане 12 мм, а между горизонталью 190 м и точкой – 3 мм.

Тема 1.2. Принципы и методы выполнения съёмочных работ

Студент должен

уметь:

- определять плановое положение точек местности;

знать:

- виды и методы съёмки;

- основные геодезические задачи;

- закрепление на местности пунктов съёмочной сети.

Виды и методы съёмки. Принципы организации съёмочных работ. Основные геодезические задачи: вычисление дирекционных углов направлений, решение треугольников, прямая и обратная геодезические задачи (на плоскости). Методы определения планового положения точек на местности. Опорные геодезические сети. Съёмочная сеть. Обозначение и закрепление на местности пунктов съёмочной сети.

Литература**Основная**

(1), с. 50-60; (2), с. 42-50.

Дополнительная

(8), с. 19-22, 162-163, 303-318; (9), с. 19, 106 -107, 113 – 125, 165 – 166.

(10), с. 6 - 8, 21 - 22, 31 – 32, 113 - 120.

Методические указания

Изучая эту тему, Вы познакомитесь с видами съёмки, основными принципами выполнения съёмочных работ и опорными точками геодезических сетей.

Обратите особое внимание на решение основных геодезических задач и после ответа на контрольные вопросы учебника (1) на с. 63, решите задачи для закрепления материала и самоконтроля.

Задачи для самоконтроля

1. Вычислите дирекционный угол последующей линии, если дирекционный угол предыдущей линии $273^{\circ} 14'$, а правый угол между ними $108^{\circ} 10'$.
2. Определите длину стороны треугольника, если в результате возможного измерения остальные две стороны оказались длиной 148,37 м и 172,28 м, а угол между ними $87^{\circ} 12'$. Определите затем величины углов, прилежащих к неизвестной стороне.
3. Координаты первой точки $X_1 = +124,75$ м $Y_1 = +231,27$ м направление на вторую точку ЮВ: $17^{\circ} 18'$, расстояние между точками 178,23 м. Определите приращения координат, а затем координаты X_2 и Y_2 .
4. Координаты первой точки $X_1 = +318,26$ м, $Y_1 = +124,19$ м, координаты второй точки ($X_2 = +114,26$ м, $Y_2 = +372,19$ м). Определите расстояние между точками, а затем румб этого направления (вычислив тангенс

румба, по таблице тангенсов обратным ходом определите величину угла).

Тема 1.3. Основные сведения из теории погрешностей и техники вычислений

Студент должен

уметь:

- учитывать погрешности измерений;
- правильно вести вычисления;

знать:

- основные методы прямых измерений;
- способы исключения и учёта погрешностей;
- обработку результатов измерений;
- форму представления результатов измерений;
- основы обеспечения единства измерений.

Метрология и научно-технический прогресс.

Виды измерений. Измерения прямые, косвенные, совместные, совокупные. Основные методы прямых измерений и их характеристика.

Погрешности измерений, формы выражения измерений. Точность, правильность, сходимость и воспроизводимость измерений. Округление результатов измерений. Истинные и действительные измерения. Грубые систематические и случайные погрешности, причины их появления. Абсолютная и относительная погрешности. Способы исключения и учёта погрешностей.

Случайный характер результатов измерений. Случайные события, явления, величины. Законы случайных величин. Средняя квадратическая погрешность, вычисляемая по истинным и вероятнейшим ошибкам.

Обработка результатов измерений, содержащих случайные погрешности. Определение среднего арифметического значения и отклонений от среднего. Определение среднего квадратического отклонения результатов измерения. Формы представления результатов измерений.

Основы обеспечения единства измерений.

Литература

Основная

(1), с. 64 - 73; (2), с. 51 -58.

Дополнительная

(8), с. 136 – 147; (9), с. 59 – 65, 68 - 69.

Методические указания

В процессе всех измерений получают приближённые результаты, поэтому необходимо изучить все возможные погрешности измерений, чтобы уметь правильно оценить точность результата, при необходимости выбрать прибор и методику работы для выполнения измерений с заданной точностью.

Приближённые величины получают и в процессе большинства вычислений. Чтобы производить вычисления достаточно точно и при наименьших усилиях, надо знать хотя бы основные правила вычислений.

Задачи для самоконтроля

1. Линия местности измерена 6 раз. Результаты измерения: 530,76 м; 530,92 м; 530,74 м; 530,63 м; 530,94 м; 530,75 м. Вычислите вероятнейшее значение её длины, среднюю квадратическую погрешность одного измерения, предельные абсолютную и относительные погрешности, а также оцените точность определения среднего арифметического.
2. Вычислите верный ответ при сложении $35,189 + 742,3 + 127,3182$.
3. Вычислите верный ответ при умножении приближённых чисел $89,3 \times 8,1836$. Для убедительности умножьте $89,31 \times 8,1836$; $89,3 \times 8,184$ и сравните ответы.
4. Вычислите верный ответ при делении приближённых чисел $144,49:7,6$. Для убедительности разделите $144,49:7,61$; $144:7,6$ и сравните ответы.

Раздел 2. ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ СЪЁМКИ

Тема 2.1. Линейные измерения

Студент должен

уметь:

- обрабатывать результаты линейных измерений;

знать:

- назначение и устройство геодезических приборов и инструментов для производства линейных измерений;
- порядок измерения линий;
- обработку результатов измерений.

Приборы непосредственного измерения расстояния, их устройство и компарирование. Подготовка линий к измерению, особенности провешивания линий в лесу. Порядок измерения линий. Погрешности и точность измерений. Вычисление горизонтальных проложений. Эклиметр, его устройство и поверки. Введение поправки за наклон в ходовую линию, разбиваемую на крутом скате. Дальномеры, принцип их действия. Нитяной дальномер, его устройство и точность. Приведение к горизонту расстояния, измеренного нитяным дальномером. Понятие о дальномерах двойного изображения и светодальномерах.

Литература

Основная

(1), с. 74 - 86; (2), с. 67 - 77.

Дополнительная

(8), с. 40 – 49, 104 - 135; (9), с. 21 – 30, 33 – 46.

Методические указания

Измерение линий – один из основных моментов, от которого во многом зависит качество съёмки. При изучении данной темы особое внимание обратите на подготовку линий и технологию измерения. Хорошо освойте порядок приведения наклонных линий к горизонту и решение обратной задачи.

Задачи для самоконтроля

1. Рабочая лента при сравнении с контрольной оказалась длиной в 20,02 м. Определите поправку за компарирование и действительную длину линии, если при измерении рабочей лентой средняя длина линии получилась 381,44 м.
2. Какой длины должна быть линия на склоне крутизной в 10° , чтобы горизонтальное проложение её было равно 100 м? Задачу решите через косинус угла наклона.
3. Определите горизонтальное проложение, если нитяной дальномер на склоне в 5° показал 193,0 м.

Тема 2.2. Съёмка буссолью

Студент должен

уметь:

- подготовить буссоль, эклиметр к работе;
- проводить измерения и обрабатывать их;
- составлять план участка местности;

знать:

- устройство и поверки буссоли, порядок работы;
- буссольную съёмку;
- порядок составления плана по материалам буссольной съёмки.

Назначение и устройство буссоли.

Поверки буссоли.

Измерение румбов, азимутов линий, внутренних углов.

Полевые работы при буссольной съёмке. Привязка.

Способы съёмки ситуации. Применение эккера.

Составление плана по материалам буссольной съёмки.

Литература

Основная

(1), с. 86 - 97; (2), с. 77 - 89.

Дополнительная

(8), с. 49 - 52, 57 - 60; (9), с. 107 – 112; (10), с. 62 – 66.

Методические указания

В практической деятельности работники лесного хозяйства при отводе участков применяют буссольную съёмку, что требует основательного изучения.

Правила измерения румбов, азимутов линий. Внутренних углов буссолями БГ – 1, БК – 20.

1. Для измерения румбов линии:

Привести прибор в рабочее положение (установить буссоль на штативе над вершиной угла; проверить горизонтальность лимба, ориентируясь по концам освобождённой стрелки; поднять диоптры.)

Не совмещая нули визировать по данному направлению, вращая алидаду.

Прочитать величину румба по тому концу стрелки, который ближе к предметному диоптру (можно снять показания по двум концам стрелки и вычислить среднее арифметическое).

Название четверти определить по расположению предметного диоптра относительно магнитной стрелки.

2. Для измерения азимута линии:

Привести прибор в рабочее положение.

Сориентировать лимб по магнитному меридиану (открепить винт лимба, совместить нуль верньера предметного диоптра с нулём лимба и установить предметный диоптр на север, при этом концы магнитной стрелки должны находиться напротив нулей градусного кольца).

Закрепить винт втулки.

Визировать на заданное направление, вращая только алидаду.

Прочитать величину азимута по верньеру предметного диоптра.

При появлении определённых навыков в обращении с прибором азимуты можно измерять следующим образом: совместить нуль верньера с нулём лимба и повернуть прибор до совпадения нулевого диаметра буссольного кольца с направлением магнитной стрелки; **нуль лимба при этом должен быть против южного конца стрелки.** Отсчёт снимают по верньеру глазного диоптра.

3. Для измерения внутреннего (горизонтального) угла:

Привести прибор в рабочее положение.

Закрепить магнитную стрелку.

Закрепить винт втулки.

Визировать на заднюю (правую точку, если стать лицом к внутреннему углу) вешку и по верньеру предметного диоптра прочитать отсчёт.

Визировать на переднюю (левую точку, если стать лицом к внутреннему углу) вешку и по верньеру предметного диоптра прочитать отсчёт.

Разность отсчётов (отсчёт на заднюю точку минус отсчёт на переднюю точку) даст величину угла.

Задачи для самоконтроля

Составьте план по румбам. Определите и распределите невязку в учебных целях. Масштаб плана 1:5000.

№ точек	Румб средний	Длина линий	Угол наклона	Горизон- тальное про- ложение
1-2	СВ: 37°	543,5	0°	543,5
2-3	ЮВ: 75°	510,5	8°	505,5
3-4	ЮЗ: 10°	705,2	0°	705,2
4-1	СЗ: 61°	782,4	6°	778,1
				2532,3

Тема 2.3. Теодолитная съёмка

Студент должен

уметь:

- провести поверки и юстировки теодолита;
- измерять горизонтальные и вертикальные углы;
- вычислять координаты точек съёмочного обоснования;
- составлять и вычерчивать горизонтальный план по материалам теодолитной съёмки;

знать:

- технологические схемы теодолитной съёмки;
- теодолиты, их назначение, поверку, юстировку, приведение в рабочее состояние;
- измерение углов;
- камеральные работы при теодолитной съёмке.

Область применения и технологическая схема теодолитной съёмки.

Назначение и устройство теодолита.

Приведение теодолита в рабочее положение.

Поверки теодолита.

Измерение горизонтальных углов и азимутов линий.

Виды теодолитных ходов. Привязка к геодезическим пунктам.

Погрешности измерения углов и способы их снижения.

Полевые работы при теодолитной съёмке.

Системы координат, применяемые в геодезии.

Камеральные работы при теодолитной съёмке: вычисление координат вершин теодолитных ходов, составление плана участка местности.

Литература

Основная

(1), с.97 - 133; (2), с. 89 - 122.

Дополнительная

(8), с. 61 – 104, 159 – 162, 164 – 177, 185 - 199;

- (9), с. 82 – 97, 125 – 149, 163 – 165. 169 - 190;
(10), с. 6-7, 46 – 62, 93 – 103, 107 – 112, 122 - 126.

Методические указания

При создании геодезической основы лесоустроительных планшетов, съёмке окружной границы лесного массива, восстановлении границ, съёмке участков под застройку или организацию нижних складов, т.е. там, где требуется более высокая точность геодезических работ, применяют теодолитную съёмку. Изучение этой темы также позволит Вам приобрести уверенность в работе с планами.

Разбирая по учебнику устройство теодолита и работу с ним, при имеющейся возможности познакомьтесь с теодолитом в натуре. Посмотрите в своём конспекте решение основных геодезических задач в теме 2. Ответьте на вопросы учебника на с. 132 и решите задачи для самоконтроля.

Задачи для самоконтроля

1. Определите угловую невязку замкнутого теодолитного хода, если измерены внутренние углы: $\beta_1 = 121^\circ 27,0'$;
 $\beta_2 = 90^\circ 07,5'$; $\beta_3 = 135^\circ 49,0'$; $\beta_4 = 84^\circ 10,5'$;
 $\beta_5 = 108^\circ 27,0'$.
Распределите угловую невязку и вычислите исправленные углы.
Ответы данной и последующих задач запишите в виде таблицы (см. «Ведомость вычисления координат»).
2. Вычислите дирекционные углы всех сторон полигона, если дирекционный угол линии 1-2 ($\alpha_{1-2} = 335^\circ 24'$), внутренние исправленные углы равны углам из 1-ой задачи. Переведите дирекционные углы в румбы.
3. Вычислите приращения координат точек полигона, горизонтальные проложения сторон: $S_{1-2} = 231,30$; $S_{2-3} = 200,40$; $S_{3-4} = 241,00$;
 $S_{4-5} = 263,40$; $S_{5-1} = 201,60$. Румбы сторон возьмите из 2-ой задачи.
4. Определите невязки в приращениях координат замкнутого хода из 3-ей задачи, затем по ним абсолютную линейку невязки и относительную.
5. Распределите невязки в приращениях координат с обратным знаком и пропорционально длинам сторон на основании данных задач 3-4. Вычислите исправленные приращения координат. Суммы их отдельно по осям должны быть равны нулю.
6. Вычислите координаты точек, приняв координаты первой точки $X_1 = +500,00$ м; $Y_1 = +500,00$ м, а исправленные приращения координат из 5-й задачи.
7. Составьте по вычисленным в 6-й задаче координатам план в масштабе 1:5000, проверяя накладку точек по совпадению горизонтальных проложений между ними.

Тема 2.4. Определение площадей

Студент должен
уметь:

- определять площади графическим и механическим способами;

знать:

- способы определения площадей.

Графический, механический и аналитический способы определения площадей. Увязка площадей. Порядок вычисления площадей планшета, квартала, выдела.

Литература

Основная

(1), с.133 - 142; (2), с. 58 - 66.

Дополнительная

(8), с. 199 - 213; (9), с.193 - 201; (10) с. 74 – 81; 126 – 129.

Методические указания

Освоив все способы определения площади, Вы будете иметь возможность в конкретном случае выбрать подходящий, обеспечивающий заданную точность. Во многих случаях площадь участка местности, имеющего неправильную форму, удобно определять с помощью плана этого участка.

При этом надо иметь в виду, что нас интересует не площадь плана в см^2 , а площадь участка местности в м^2 , т.е. надо грамотно использовать масштаб плана. Если Вы ведёте расчёт площади геометрическим способом в метрах местности, то необходимо размеры треугольника, взятые с плана, сразу перевести по масштабу плана в размеры его на местности. Рекомендуют в расчёте использовать измеренные на местности стороны участка, размер которых определён более точно, чем даёт измерение по плану. Если же расчёты площади ведёте в сантиметрах плана, то не путайте 1 см и 1 см^2 при переводе площади плана в соответствующую ей площадь местности по масштабу. Так в масштабе 1:20000 1 см плана содержит 200 м местности; а площадь 1 см^2 плана содержит на местности площадь размером $200 \times 200 \text{ м}$, т.е. 40000 м^2 или 4 га.

Решите в конспекте задачи для самоконтроля, приведённые в этой теме. Работу планиметром, если нет возможности освоить её дома, освоите на сессии.

Задачи для самоконтроля

1. Сколько га в 1 см^2 плана, если масштаб его 1:5000?
2. Участок имеет форму треугольника, у которого основание на плане 4 см, а высота 6 см. Масштаб плана 1:2000. Сначала определите площадь плана в см^2 и переведите в м^2 местности по масштабу. Затем, переведя размеры треугольника в метры местности по масштабу, определите сразу площадь участка.

УЧЕБНОЕ ЗАДАНИЕ № 2

Раздел 3. ВЕРТИКАЛЬНЫЕ СЪЁМКИ

Тема 3.1. Приборы геометрического нивелирования.

Студент должен

уметь:

- проводить поверки нивелиров и нивелирных реек;

знать:

- сущность геометрического нивелирования;
- нивелиры и нивелирные рейки, их поверку, погрешности и точность измерений.

Сущность и способы геометрического нивелирования. Классификация нивелиров.

Нивелиры и нивелирные рейки. Поверки нивелиров и реек. Погрешности и точность нивелирования.

Литература

Основная

(1), с.143 - 152; (2), с. 123- 130.

Дополнительная

(8), с. 214 - 244; (9), с. 202 -226.

Методические указания

Изучая вопросы данной темы, особое внимание обратите на сущность геометрического нивелирования. Добейтесь чёткого понимания процесса измерения превышений между точками местности и определения их высот (отметок). Это позволит Вам разобраться в вопросах следующей темы.

Познакомьтесь с устройством и работой нивелира по учебнику, а при возможности и в натуре.

Задачи для самоконтроля

1. Определите превышение между точками, если при геометрическом нивелировании отсчёт по задней рейке 1456 мм, отсчёт по передней рейке 2378 мм. Нарисуйте схему этой задачи.
2. Определите высоту передней точки, если отметка задней точки 132687 мм. Превышение между точками возьмите из 1-й задачи.
3. Решите задачу 2 через горизонт инструмента. Отсчёты по рейкам возьмите в 1-й задаче.

Тема 3.2. Нивелирование трассы

Студент должен

уметь:

- подготовить нивелир к работе;
- производить и обрабатывать измерения;
- вычерчивать продольный и поперечный профили, проектировать по ним;

знать:

- назначение и содержание геодезических работ, выполняемых при изысканиях линейных сооружений;
- полевые и камеральные работы при нивелировании;

- проектирование по профилю.

Назначение и содержание геодезических работ, выполняемых при изысканиях линейных сооружений. Закрепление трассы. Горизонтальная съёмка трассы и разбивка пикетажа.

Полевые работы при нивелировании. Камеральная обработка результатов горизонтальной и вертикальной съёмок трассы. Проектирование по профилю.

Литература

Основная

(1), с.152 - 166; (2), с. 130 - 144.

Дополнительная

(8), с. 244 - 290; (9), с. 226 - 259.

Методические указания

Изучение этой темы позволит уяснить и технологию данной съёмки. При рассмотрении порядка ведения журнала технического нивелирования и его обработки используйте «Руководство по топографическим съёмкам в масштабах 1:65000, 1:2000, 1:1000, 1:500». Высотные сети М., 1976. (стр. 105-108, 123-127), или упрощённый вариант, показанный в контрольной работе № 2.

Задачи для самоконтроля

1. Рассчитайте элементы кривой. Угол поворота $46^{\circ} 36'$, радиус кривой 400 м.
2. Определите пикетажное значение начала и конца кривой по данным из 1-й задачи. Пикетажное значение вершины угла поворота ПКЗ + 42,00.
3. Нарисуйте разбивочный чертёж по данным задач 1 и 2.
Определите координаты для переноса ПК – 2 на кривую.

Раздел 4. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЁМКА

Тема 4.1. Тахеометрическая съёмка. Глобальные навигационные спутниковые системы.

Студент должен

уметь:

- испытывать и поверять тахеометры;
- обрабатывать материалы тахеометрической съёмки;
- составлять топографический план;
- работать с простыми спутниковыми приборами типа GARMIN;

знать:

- сущность тахеометрической съёмки;
- общие сведения о глобальных навигационных сетях GPS и ГЛОНАСС.

Сущность тахеометрической съёмки. Приборы, применяемые при тахеометрической съёмке, их поверка. Особенности съёмки электронным тахеометром в блоке с теодолитом и прибором спутникового геопозиционирования.

Съёмочная сеть при тахеометрической съёмке. Съёмка ситуации и рельефа.

Камеральная обработка полевых измерений. Увязка ходов. Составление плана тахеометрической съёмки.

Литература

Основная

(2), с. 160-168.

Дополнительная

(7), с. 105-112; с. 119-134; (6), с. 457-462; с 547-551;.

Методические указания

Тахеометрическая съёмка – основной вид съёмки для создания планов незастроенных и мало застроенных участков, а также полос местности вдоль линий будущих дорог, и других коммуникаций и для значительных по площади территорий, когда необходимо получить цифровую модель местности.

Ситуацию и рельеф снимают одновременно. Использование электронных тахеометров позволяет: создавать и сгущать геодезическую сеть; создавать планово-высотное обоснование и выполнять привязку снимков; выполнять крупномасштабную топографическую съёмку; и др. По учебнику познакомится с отечественными и зарубежными электронными тахеометрами. Ответьте на вопросы учебника на с. 172 (2) .

Во время лабораторно-экзаменационной сессии Вам будет предоставлена возможность выполнить лабораторные и практические работы, связанные с применением приборов, а также повторить и закрепить важнейшие расчёты.

Программой предусмотрено выполнение следующих лабораторных работ.

Лабораторная работа №1.

- 1.1. Изучение устройства и поверок буссоли.
- 1.2. Измерение и построение ими направлений и углов.
- 1.3. Измерение расстояний землемерной лентой и рулеткой.
- 1.4. Составление плана участка местности по материалам буссольной съёмки.

Лабораторная работа №2.

Изучение устройства и поверок теодолита. Правила обращения с ним.

Измерение горизонтальных углов.

Измерение азимута и вертикальных углов.

Погрешности измерения углов и способы их снижения.

Использование теодолита как дальномера. Измерение расстояний нитяным дальномером.

Обработка результатов измерения углов и сторон теодолитного хода.

Вычисление координат точек съёмочного обоснования.

Составление плана участка местности по материалам теодолитной съёмки.

Лабораторная работа №3.

Изучение устройства и поверок нивелира.

Измерение превышений.

Обработка журнала нивелирования трассы.

Составление и вычерчивание продольного профиля.

Проектирование по профилю.

Лабораторная работа №4

Изучение работы простых спутниковых приборов типа GARMIN.

Получение схемы объекта по материалам тахеометрической съёмки.

Измерение вертикальных углов.

Обработка результатов тригонометрического нивелирования.

Составление плана участка местности по материалам тахеометрической съёмки.

Примерные практические занятия.

1. Вычерчивание шрифтов и надписей на лесных планах и схемах.
2. Вычерчивание условных знаков, применяемых в лесоустройстве.
3. Решение задач по определению на карте расстояний, координат и направлений, изучению рельефа.
4. Решение задач по обработке измерений.
5. Измерение линий и приведение их к горизонту.
6. Определение площадей графическим способом.
7. Определение площадей механическим способом.
8. Составление фрагмента лесоустроительного планшета.
9. Измерение расстояний по аэрофотоснимку и определение прямоугольных координат сфотографированных объектов.
10. Ознакомление с графической частью проектов лесного хозяйства.
11. Проектирование лесосеки заданной площади и подготовка данных для вынесения её в натуру.
12. Определение по карте форм, характерных линий и точек рельефа, абсолютных и относительных высот (отметок) точек, крутизны и формы скатов и уклонов линий местности.
13. Определение координат с помощью спутникового прибора GARMIN.
14. Обработка материалов съёмки в программах типа *AutoCad*.

Контрольная работа № 1.

Задача № 1. Вычисление расстояний.

Последовательность выполнения задачи:

1.1. Вычислить расстояние.

1.2. Определение среднеарифметического значения двух измерений.

1.3. Вычислить абсолютную и относительную погрешности измерения по данным, приведённым в таблице 1 (см. пример 1).

Таблица 1.

№ варианта	Длина ленты, м	Число шпилек в комплекте	Число передач	Число шпилек у заднего мерщика, шт.	Остаток (домер), м	
					в прямом направлении	в обратном направлении
0	20	6	3	2	3,26	2,92
1	24	11	4	3	7,43	7,66
2	50	6	3	1	2,96	3,18
3	24	11	2	4	4,38	4,11
4	20	6	3	3	5,26	5,54
5	50	11	4	2	6,47	6,26
6	20	6	5	1	8,32	8,63
7	24	11	3	5	11,02	10,81
8	50	6	2	3	7,56	7,79
9	24	11	4	4	3,43	3,12

Задача № 2. Вычисление горизонтальных проложений.**Работа с масштабом.**

Последовательность выполнения задачи:

2.1. По результатам измерения наклонной линии землемерной лентой и угла наклона эклиметром вычислить горизонтальное проложение этой линии. Исходные данные в таблице 2 (см. пример 2).

Таблица 2.

№ варианта	Масштаб	Длина, м	Угол наклона, град
1	2	3	4
0	1:2000	156,3	5,5
1	1:2500	183,4	6,5
2	1:4000	263,2	9,5
3	1:5000	327,5	11,5
4	1:3000	254,6	12,5
5	1:6000	346,7	10,5
6	1:4500	287,1	7,5
7	1:5500	375,8	14,5
8	1:6500	289,9	12,5
9	1:1500	112,3	8,5

2.2. Начертите графики линейного и поперечного масштабов с основанием в 2 см и подпишите их для масштаба М. (см. пример 2). Исходные данные таблицы 2 .

2.3. Отложите на графиках горизонтальное проложение в метрах, полученное в п. 2.1. (см. рис.1 и 2).

2.4. Определите величину и точность масштаба.

Задача № 3. Ориентирование линий.

Таблица 3.

Вариант	Румбы			
	0	СВ:30° 33′	ЮВ:79° 23′	ЮЗ:29° 54′
1	СВ:71° 07′	ЮВ:28° 58′	ЮЗ:87° 24′	СЗ:72° 14′
2	СВ:42° 55′	ЮВ:65° 11′	ЮЗ:65° 05′	СЗ:10° 49′
3	СВ:13° 58′	ЮВ:43° 02′	ЮЗ:79° 44′	СЗ:68° 34′
4	СВ:84° 21′	ЮВ:83° 09′	ЮЗ:26° 37′	СЗ:59° 59′
5	СВ:25° 22′	ЮВ:57° 37′	ЮЗ:42° 09′	СЗ:25° 44′
6	СВ:56° 05′	ЮВ:39° 36′	ЮЗ:66° 25′	СЗ:49° 41′
7	СВ:67° 43′	ЮВ:19° 51′	ЮЗ:70° 09′	СЗ:45° 28′
8	СВ:28° 39′	ЮВ:83° 04′	ЮЗ:52° 18′	СЗ:62° 22′
9	СВ:39° 43′	ЮВ:49° 38′	ЮЗ:83° 08′	СЗ:49° 32′

3.1. Начертите отдельные схемы, поясняющие зависимость между румбом и азимутом одного направления.

3.2. Переведите румбы в азимуты (см. рис. 2 и пример 3).

Исходные данные в таблице 3.

Задача № 4. Составление плана буссольной съёмки по румбам.

Последовательность выполнения задачи:

4.1. Начертите в тетради журнал буссольной съёмки (таблица 4) см. пример 4.

Таблица 4.

Журнал буссольной съёмки

№ точек	Средний магнитный румб	Средний географический румб	Длина линии	Угол линии	Горизонтальное проложение

4.2. Перепишите в него исходные данные своего варианта из таблицы 5.

Таблица 5.

№ точек	Магнитный румб средний	Магнитное склонение	Длина линии	Угол наклона	№ точек	Магнитный румб средний	Магнитное склонение	Длина линии	Угол наклона
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Вариант 0					Вариант 1				
М			1:500		М			1:500	
1-2	СВ:30°	+6° 20'	31,9	0°	1-2	СВ:50°	+3° 15'	32,3	0°
2-3	СВ:55°		30,1	0°	2-3	ЮВ:48°		38,4	0°
3-4	ЮВ:88°		55,3	14°	3-4	ЮВ:83°		43,3	0°
4-5	ЮВ:04°		34,9	15°	4-5	ЮЗ:04°		34,9	15°
5-6	ЮЗ:83°		43,3	0°	5-6	ЮЗ:88°		55,3	14°
6-7	ЮЗ:48°		38,4	0°	6-7	СЗ:55°		30,1	0°
7-1	СЗ:50°		32,3	0°	7-1	СЗ:30°		31,9	0°

Вариант 2					Вариант 3				
М			1:1000		М			1:1000	
1-2	СВ:35°	+8° 25'	63,8	0°	1-2	СВ:45°	+4° 30'	64,5	0°
2-3	СВ:60°		60,2	0°	2-3	ЮВ:53°		76,8	0°
3-4	ЮВ:83°		108,5	8°	3-4	ЮВ:88°		86,6	0°
4-5	ЮЗ:01°		68,2	9°	4-5	ЮВ:01°		68,2	9°
5-6	ЮЗ:88°		86,6	0°	5-6	ЮЗ:83°		108,5	8°
6-7	ЮЗ:53°		76,8	0°	6-7	СЗ:60°		60,2	0°
7-1	СЗ:45°		64,5	0°	7-1	СЗ:35°		63,8	0°
Вариант 4					Вариант 5				
М			1:2000		М			1:2000	
1-2	СВ:40°	+5° 40'	127,6	0°	1-2	СВ:40°	+2° 10'	129,0	0°
2-3	СВ:65°		120,4	0°	2-3	ЮВ:58°		153,6	0°
3-4	ЮВ:78°		216,4	7°	3-4	СВ:87°		173,2	0°
4-5	ЮЗ:06°		135,5	6°	4-5	ЮВ:06°		135,5	6°
5-6	СЗ:87°		173,2	0°	5-6	ЮЗ:78°		216,4	7°
6-7	ЮЗ:58°		153,6	0°	6-7	СЗ:65°		120,4	0°
7-1	СЗ:40°		129,0	0°	7-1	СЗ:40°		127,6	0°
Вариант 6					Вариант 7				
М			1:2500		М			1:2500	
1-2	СВ:45°	+1° 50'	159,5	0°	1-2	СВ:35°	+3° 15'	161,3	0°
2-3	СВ:70°		150,5	0°	2-3	ЮВ:63°		192,0	0°
3-4	ЮВ:73°		270,5	7°	3-4	СВ:82°		216,5	0°
4-5	ЮЗ:11°		170,2	8°	4-5	ЮВ:11°		170,2	8°
5-6	СЗ:82°		216,5	0°	5-6	ЮЗ:73°		270,5	7°
6-7	ЮЗ:63°		192,0	0°	6-7	СЗ:70°		150,5	0°
7-1	СЗ:35°		161,3	0°	7-1	СЗ:45°		159,5	0°
Вариант 8					Вариант 9				
М			1:5000		М			1:5000	
1-2	СВ:50°	+6° 40'	319,0	0°	1-2	СВ:30°	+7° 35'	322,5	0°
2-3	СВ:75°		301,0	0°	2-3	ЮВ:68°		384,0	0°
3-4	ЮВ:68°		542,3	8°	3-4	СВ:77°		433,0	0°
4-5	ЮЗ:16°		338,9	6°	4-5	ЮВ:16°		338,9	6°
5-6	СЗ:77°		433,0	0°	5-6	ЮЗ:68°		542,3	8°
6-7	ЮЗ:68°		384,0	0°	6-7	СЗ:75°		301,0	0°
7-1	СЗ:30°		322,5	0°	7-1	СЗ:50°		319,0	0°

4.3. Используя магнитные румбы и длины линий, в произвольном масштабе начертите в тетради абрис буссольной съёмки и оформите его (см. рис. 3).

4.4. Определите горизонтальные проложения для линий с углом наклона.

4.5. Переведите магнитные румбы в географические (истинные), используя магнитное склонение.

4.6. Составьте план участка по географическим румбам на бумаге формата А 4 (297×210 мм) (см. рис. 4).

4.7. Оформите план в карандаше штриховой линией.

4.8. Используя полученную на чертеже линейную невязку, вычислите абсолютную и относительную (допустимую) невязки. Сравните полученные невязки (абсолютная невязка должна быть меньше или равна относительной (допустимой) невязке). В противном случае нужно искать ошибку.

4.9. Распределите линейную невязку с помощью графика прямой пропорциональной зависимости (см. рис. 4).

4.10. Полученный увязанный буссольный ход на чертеже показать сплошной линией.

Задача № 5. Определение площади геометрическим способом.

Последовательность выполнения задачи (см. пример 5).

5.1. Перекопируйте увязанный план буссольной съёмки на отдельный лист формата А 4.

5.2. План буссольной съёмки разбейте на треугольники близкие к равносторонним.

5.3. С помощью поперечного масштаба измерьте длины двух каких-либо сторон (оснований) и двух высот, опущенных на них (a_1 и h_1 ; a_2 и h_2). По ним дважды рассчитайте площадь и найдите её среднюю величину.

5.4. Пользуясь двойным определением площади, вычислите фактическую (абсолютную) погрешность измерения

$$\Delta S_{\text{ф}} = S_1 - S_2;$$

а по формуле

$$\Delta S_{\text{д}} = 0,04 \frac{M}{10000} \sqrt{S_{\text{ср}}}.$$

найдите её допустимую величину.

где: M – знаменатель масштаба;

$S_{\text{ср}}$ - средняя площадь в гектарах;

5.5. Определите фактические и допустимые погрешности.

5.6. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу 6.

Таблица 6.

N фигуры	a, м	h, м	$S = 0,5 ah, \text{ м}^2$	$S_{\text{ср}} = (S_1 + S_2) / 2$	$S_{\text{ср}}, \text{ га}$

Задача №6. Составьте план лесонасаждений (учебный фрагмент).

На чертёжную бумагу формата А4 скопируйте карандашом план лесонасаждений (см. рис.6), предварительно продумав размещение необходимых подписей и условных обозначений (см. рис.6). Начертите таблицу условных обозначений.

Список преобладающих пород, подбор цветов и тонов красок возьмите из примера 6.

Контрольная работа № 2

Задача № 1. Составление плана по прямоугольным координатам.

Последовательность выполнения задачи:

См. пример 7.

1.1. Перепишите исходные данные из таблицы 8 в журнал теодолитной съёмки (таблица 8).

1.2. Определите средние величины внутренних углов по данным отсчётам. Расчёты запишите в тетради, ответы – в бланк журнала.

1.3. Определите средние величины длин сторон.

1.4. Перепишите величины углов из обработанного Вами журнала теодолитной съёмки в графу 2 «Ведомости вычисления координат» (см. таблицу 14 и пример 6).

1.5. Пользуясь исходным дирекционным углом, заданным в таблице 7 и исправленными углами, вычислите дирекционные углы всех сторон хода и запишите в «Ведомость вычисления координат» в графу 5.

1.6. Определите горизонтальные проложения для основного хода по данным журнала теодолитной съёмки и запишите их в графу 8 «Ведомости вычисления координат».

1.7. Запишите исходные координаты точки 1 из таблицы 7 в графу 15 и 16 «Ведомости вычисления координат».

1.8. Выполните в тетради расчёты и запишите результаты в соответствующие графы «Ведомости вычисления координат»

1.9. Начертите на чертёжной бумаге формата А4 (297x210 мм) координатную сетку размером 16x16 см со стороной квадрата 4 см.

1.10. Составьте план теодолитной съёмки в масштабе 1:5000 по вычисленным Вами прямоугольным координатам, используя координатную сетку (см. рис. 7 стр.47).

Таблица 7.

Вариант	Координаты точки l, м		Дирекционный угол стороны 1-2
	x	y	
0	2190,00	1532,00	234° 28′
1	1869,35	2356,84	174° 36′
2	2968,55	1618,22	92° 15′
3	1540,00	1225,00	133° 12′
4	1281,17	5972,32	182° 15′
5	4216,66	5682,22	199° 05′
6	3181,81	1286,36	288° 26′
7	4925,72	1519,33	206° 14′
8	3484,96	4280,86	188° 28′
9	1416,40	1975,71	81° 52′

Задача № 2.

Вопрос соответствует номеру варианта.

1. Электронные тахеометры назначение, классификация.
2. Использование спутниковых технологий в инженерной геодезии.
3. Какие новейшие приборы позволяют автоматизировать полевые геодезические работы.
4. Сущность определения местоположения объекта спутниковыми приёмниками.
5. Сущность тахеометрической съёмки.
6. Создание съёмочного обоснования тахеометрической съёмки и съёмка подробности местности.
7. Вычисления и графические построения, выполняемые при оставлении плана по материалам тахеометрической съёмки.
8. Особенности съёмки электронным тахеометром в блоке с теодолитом и прибором спутникового геопозиционирования.
9. Общие сведения о глобальных навигационных системах GPS и ГЛОНАСС.
10. Общие сведения о применении космических навигационных систем второго поколения (GPS и ГЛОНАСС)

Задача № 3. Проектирование участка заданной площади.

Определите на плане теодолитной съёмки участок 5 га в третьем углу теодолитного плана. Для этого снимите копию плана теодолитной съёмки на тетрадный лист.

Решение задачи запишите в тетради. Данные для выноса проекта на местность запишите на плане. Длина основания на стороне 2-3 равна 320 м (см. пример 8).

Журнал теодолитной съёмки.

Таблица 8.

№ точки состояния прибора	Положение вертик. круга	№ точки визирования	Отсчёт по гориз. кругу		Величина угла		Средняя величина угла		Длина линии, м			Угол наклона		
			градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	№ точек	два измерения	средний результат			
1	КП	5	274	52								0°		
		2	149	37										
	КЛ	5	108	13						382,40				
		2	342	58					1-2	382,42				
2	КП	1	35	52								0°		
		3	295	44										
	КЛ	1	128	16						550,29				
		3	28	08					2-3	550,33				
3	КП	2	207	06	82	54	82	55				0°		
		4	124	12										
	КЛ	2	27	10	82	56							448,42	
		4	304	14							3-4		448,46	
4	КП	3	128	35								3°		
		5	22	15					4-5					
	КЛ	3	217	41						430,72				
		5	111	20						430,74				
5	КП	4	4	16								6°		
		1	238	52										
	КЛ	4	351	26						196,19				
		1	226	03					5-1	196,19				

Журнал нивелирования

Таблица 9

№ станции	№ пикета	Отсчёты по рейке			Превышения				Горизонт прибора	Отметка высоты
		задний	передний	промежуточ.	вычисленное	среднее	поправка	исправленное		
		3	П	С	h выч.	h ср.		h исп.	ГП	Н
	R5	2257								
1		7044								
	0		0868							
			5657							

	0	2846								
2		7633								
	1		0238							
			5021							
	1	1592								
		6379								
3	1+60			0094						
	2		1938							
			6722							
	2	0091								
		4878								
4	2+40			0250						
	3		2947							
			7736							
	3	1511								
5		6298								
	R6		0752							
			5539							
Сумма										

Отметки высот опорных точек реперов (мм)

Таблица 10.

№ варианта	R5	R6
0	50530	52090
1	51510	53060
2	52330	53880
3	53440	54990
4	54220	55770
5	55460	57010
6	56310	57860
7	57540	59090
8	58380	59930
9	59190	60740

Задача № 4. Составьте профиль продольного технического нивелирования трассы.

Обработка журнала нивелирования (см. пример 9).

Условия:

- расстояние между пикетами 100 м;
- при нивелировании применялась пара (комплект) двухсторонних реек, т.е. отсчёты нижней пятки на красной стороне равен 4787 мм;
- нивелирование выполняли способом из середины;
- отсчёты брали при одном горизонте прибора по чёрной и красной стороне реек;

- в начале и конце трассы в 300 метрах сделана высотная привязка к опорным точкам с известными отметками высот – репером R_5 и R_6 .

Перепишите из таблицы 9 в нивелирный журнал данные полевых наблюдений, полученные в процессе проложения хода технического нивелирования при изыскании трассы лесохозяйственной дороги. Проконтролировать правильность измерений и вычислить отметки точек трассы. Отметки высот опорных точек реперов возьмите из таблицы 10 по варианту.

Составление профиля:

на миллиметровой бумаге формата А4 составьте продольный профиль по отметкам высот связующих и промежуточных точек обработанного Вами журнала нивелирования в масштабе 1:2000 для горизонтальных проложений, 1:200 для высот точек. Пример оформления смотрите на рис. 9, где изображён профиль участка дороги.

Задача №5. Составьте проект будущей трассы.

На профиле местности (см. рис.9) проведите проектную (красную) линию таким образом, чтобы объёмы работ срезаемой земли приблизительно были бы равны объёмам насыпаемой земли (см. пример 10).

Проведите проектную линию с уклоном 0,01 (0,010) на профиле, составленном в задаче 4. Проектную отметку у нулевого пикета возьмите на 3000 мм выше, чем отметка земли в задаче 4, т.е.

$$H_{пр} = H_0 + 3,00 \text{ м}$$

Вычислите для остальных связующих и промежуточных точек проектные и рабочие отметки, а так же расстояния до точек нулевых работ и проектные отметки точек нулевых работ. Расчёты запишите в контрольной работе, а результаты на профиле участка дороги. Проектные отметки запишите в соответствующую графу сетки профиля. В графе «проектные уклоны» проведите диагональ, показывающую направление уклона, запишите уклон и горизонтальное проложение, на которое уклон действует. Рабочие отметки запишите выше проектной линии там, где надо насыпать, и ниже – там, где надо срезать. Расстояния до точек нулевых работ запишите в целых метрах по обе стороны от ординаты этой точки, проведённой штриховой линией.

Методические указания по выполнению контрольной работы №1.

Задача №1. Вычисление расстояний.

При геодезических работах возникают вопросы: как получить надёжные результаты измерения величин и как определить точность. Ответы на эти вопросы даёт теория погрешностей измерений.

В производственных условиях, чаще всего, выполняют двукратные измерения. Если разность двух измерений одной величины превышает установленный предел, то измерение повторяют, и результат с грубой погрешностью заменяют. Получив допустимую разность, из двух измерений выводят

среднее арифметическое значение, которое и принимают за окончательный результат.

Пример 1.

Вычислить расстояние, абсолютную и относительную погрешности его измерения, если линия измерена 20-метровой лентой в комплекте с 11 шпильками. При первом измерении (в прямом направлении) было сделано 4 передачи, у заднего мерщика оказалось в руках 3 шпильки, остаток равен 5,72 м.

При контрольном промере (в обратном направлении) число передач и количество шпилек у заднего мерщика такое же, как было в прямом направлении, а остаток составил 5,34 м. Расстояние вычислено по формуле (22) учебника (1) стр.78.

$$D = (10p+n) l_0 + a$$

где: p – число передач шпилек;

n – число шпилек, находящихся в руках у заднего мерщика, не считая той, которая стоит в земле;

l_0 – номинальная длина ленты;

a – остаток.

Если используют 6 шпилек, то в формуле коэффициент 10 заменяют на 5.

$$D_{\text{пр}} = (10 \cdot 4 + 3) \cdot 20 + 5,72 = 865,72 \text{ м,}$$

в обратном направлении

$$D_{\text{обр.}} = 860 + 5,34 = 865,34 \text{ м.}$$

Среднее значение $D_{\text{ср.}} = 865,53 \text{ м.}$

При обработке результатов измерения 24-метровой лентой принимают её длину условно равной 20 м, а затем вводят поправку, умножая среднее значение длины отрезка на 1,2.

Расхождение между прямым и обратным измерениями – абсолютная погрешность – составит $\Delta D = 0,38 \text{ м}$, относительная погрешность - $\Delta D / D_{\text{ср.}} = 0,38 / 865,53 \approx 1 / 2300$

Задача №2. Вычисление горизонтальных проложений. Работа с масштабом.

Горизонтальные проложения при составлении плана участка местности необходимо уменьшать в соответствии с масштабом. Численный масштаб принято изображать в виде дроби с числителем, равным единице, например: 1/1000. Приведённый масштаб означает, что длину линий местности при переносе на план надо уменьшить в 1000 раз, или по-другому: на план следует откладывать 1/1000 часть измеренной линии местности.

Удобнее пользоваться именованным масштабом. При этом надо иметь в виду, что в числителе указывают размер на чертеже (плане), а в знаменателе – соответствующий ему размер в натуре (на местности). Тогда можно сказать, что 1 см плана соответствует 1000 см = 10 м местности.

Пример 2.

На местности измерен отрезок длиной 368,90 м, его угол наклона к горизонту $8^\circ 00'$. Необходимо вычислить горизонтальное проложение этой ли-

нии и отложить на графиках линейного и поперечного масштабов. Определить величину и точность масштаба.

Из приложения (1) определяем для угла $8^{\circ} 00'$ поправку:

на 300 м – 290 см;

на 60 м – 58 см;

на 8 м – 7,8 см;

на 0,9 м – 0,9 см.

Таким образом, поправка за наклон на 368,90 м равна

$$290 + 58 + 7,8 + 0,9 = 356,7 \text{ см} = 3,57 \text{ м}$$

Горизонтальное проложение находят как разность между измеренным расстоянием и поправкой (независимо от знака угла наклона). В данном случае оно равно $368,90 - 3,57 = 365,33 \text{ м}$

Начертим график линейного и поперечного масштабов.

$$M 1:5000 \quad \text{в } 1 \text{ см} - 50 \text{ м} \quad 365,33 \text{ м} : 50 \text{ м/см} = 7,31 \text{ см}$$

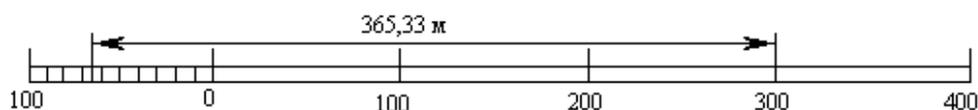


рис. 1

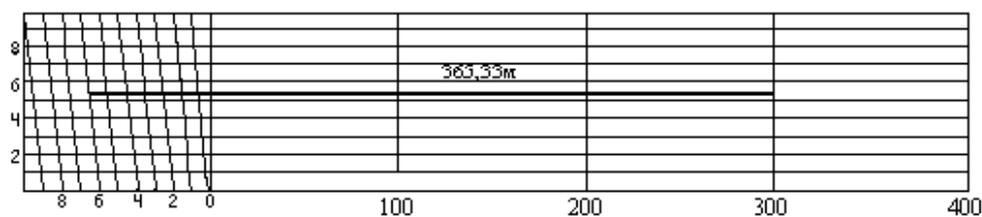


рис. 2

При пользовании линейным графиком нередко возникает необходимость глазомерно определить доли наименьшего деления линейного масштаба, в результате чего появляются неизбежные погрешности. Чтобы избежать глазомерного определения десятых долей наименьшего деления масштаба и повысить точность построений и измерений расстояний на плане чаще применяют поперечный масштаб.

Для построения поперечного масштаба на горизонтальной прямой откладывают 5-7 раз основание масштаба, равное 2 см. Из концов отложенных отрезков восстанавливают к прямой перпендикуляры длиной по 2,5 см. Крайние из них делят на 10 равных частей и соответствующие точки соединяют прямыми, параллельными нижней линии масштаба. Затем первое слева основание и противолежащий равный ему отрезок на самой верхней горизонтальной линии делят также на 10 равных частей и точки этого деления соединяют наклонными линиями, т.е. трансверсалими.

Чтобы отложить в масштабе 1:5000 длину горизонтального проложения необходимо:

длину горизонтального проложения разделить на удвоенное основание масштаба

$$365,33 \text{ м}:100 \text{ м} = 3,653$$

По графику откладывают: 3 основания

6 делений влево от 0

5 линий вверх

3 части вверх от 5 линии к шестой на глаз

Величина масштаба – расстояние на местности, соответствующее 1 см плана величина М 1:5000 – 50 метров

Точность масштаба – расстояние на местности, соответствующее 0,1 мм на плане данного масштаба 1:5000 – 0,5 м

Задача №3. Ориентирование линий.

Стороны участка местности, кроме длины, имеют ещё и направление, которое определяют ориентированием. Ориентировать линию на местности – это значит измерить горизонтальный угол относительно меридиана (азимут или румб). Для измерения азимутов и румбов при съёмках небольших участков леса применяют *буссоль* – простой угломерный прибор с магнитной стрелкой (для тренировки можно использовать обыкновенный компас).

Азимут измеряют по ходу часовой стрелки от северного направления меридиана до ориентируемой линии. Величина азимута изменяется в пределах от 0° до 360° . Смотрите рисунок А.

Румб измеряют между ориентируемой линией и ближайшим направлением меридиана (северным или южным) независимо по часовой или против часовой стрелки. Величина румба изменяется в пределах от 0° до 90° . Кроме величины румбу присваивают соответствующее название: СВ; СЗ; ЮВ; ЮЗ. Смотрите рисунок В.

Между азимутом и румбом одной линии существует определённая зависимость, так как оба угла ориентирования измеряют от одного начального направления – меридиана. Эту зависимость легко установить с помощью схемы, на которой обозначены румб и азимут.

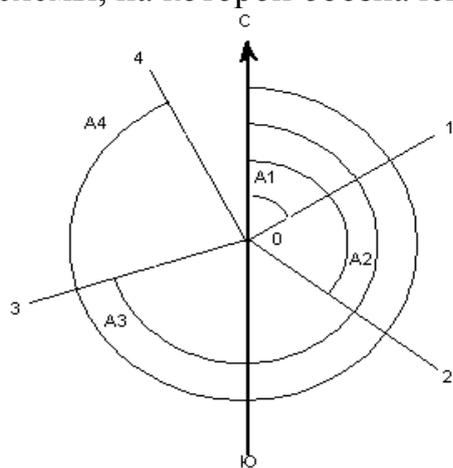


рис.А

Измерение азимутов

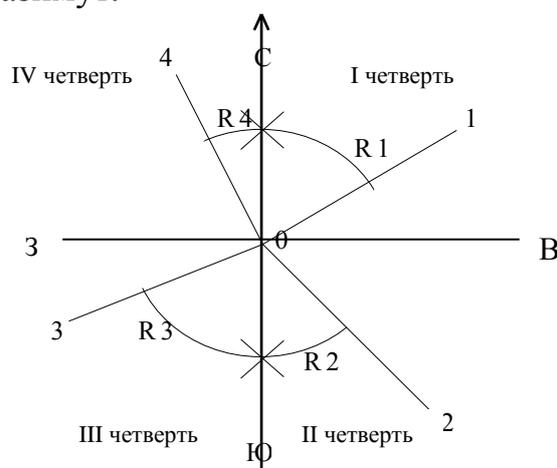


рис.В

Измерение румбов

Пример3. Переведём румб СВ: $40^\circ 10'$ в азимут.

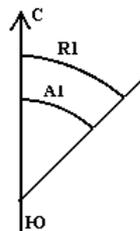
На схеме справа хорошо видно, что в данном случае азимут равен румбу, т.е. $A_1 = R_1 = 40^\circ 10'$

Соответственно:

для II четверти $A_2 = 180^\circ - R_2$

для III четверти $A_3 = R_3 + 180^\circ$

для IV четверти $A_4 = 360^\circ - R_4$



Задача №4. Составление плана буссольной съёмки по румбам.

Пример 4.

Результаты измерений во время съёмки заносят в полевой журнал (таблица 4) и дублируют их запись для надёжности и наглядности на схематическом чертеже – абрисе (рис 3), который выполняется в произвольном масштабе.

Таблица 11

№ точек	Средний магнитный румб	Средний географический румб	Длина линии	Угол линии	Горизонтальное проложение
1-2	СВ:13°	СВ:19° 30′	57,5	7°	57,1
2-3	СВ:84°	ЮВ:89° 30′	57,0	0°	57,0
3-4	ЮВ:19°	ЮВ:12 °30′	38,8	7°	38,4
4-5	ЮЗ:46°	ЮЗ:52° 30′	50,5	0°	50,5
5-1	СЗ:81°	СЗ:74° 30′	51,8	0°	51,8
				периметр	254,8

Абрис буссольной съёмки.

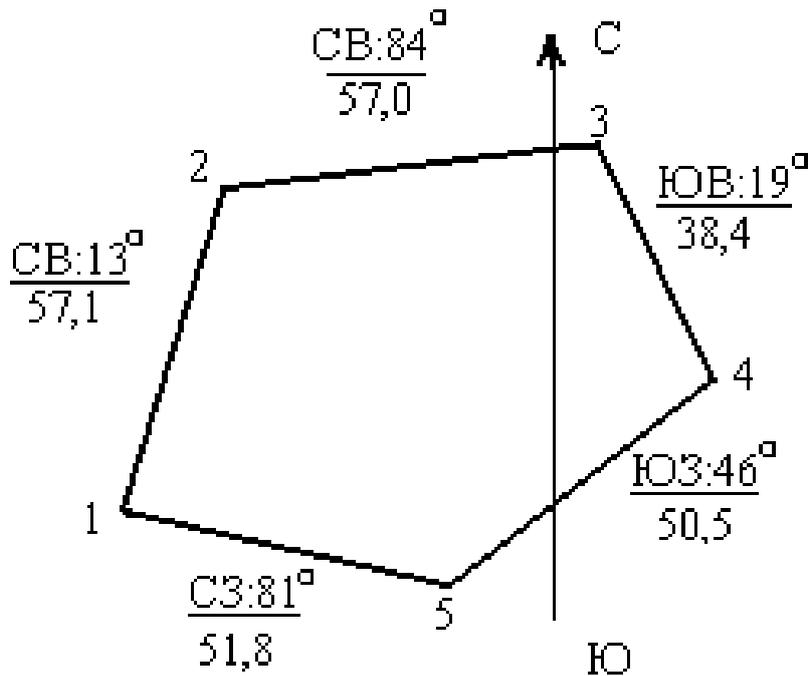


рис. 3

Измеряют магнитные азимуты (румбы) на местности приборами, имеющими магнитную стрелку. Она устанавливается в направлении магнитного меридиана – линии, проходящей через данную точку и магнитные полюсы Земли. Последние не совпадают с географическими. Вследствие этого магнитный и географический меридианы в общем случае пересекаются между собой, образуя угол δ , называемый магнитным склонением. Оно может быть восточным (положительным) или западным (отрицательным) в зависимости от направления отклонения магнитного меридиана от географического.

На лесоустроительных планшетах не показывают магнитных меридианов, а дают усреднённые сведения о величине магнитного склонения. Следовательно, измерить по планшету магнитный азимут (румб) нельзя. Как нельзя нанести на планшет направление по его магнитному азимуту (румбу), измеренному на местности.

Однако определив на местности магнитный азимут A_m или румб (R_m) заданного направления и учтя магнитное склонение δ , легко вычислить географический (истинный) азимут или румб.

$$A = A_m + \delta$$

Для определения истинного румба необходимо учитывать направление и четверть, в которой находится румб.

$$R = R_m + \delta \text{ (для I и III четверти)}$$

$$R = R_m - \delta \text{ (для II и IV четверти)}$$

Вычисляем географические румбы:

$$R_{1-2} = СВ : 13^\circ + 6^\circ 30' = СВ : 19^\circ 30'$$

$$R_{2-3} = СВ : 84^\circ + 6^\circ 30' = ЮВ : 89^\circ 30'$$

$$R_{3-4} = ЮВ : 19^\circ - 6^\circ 30' = ЮВ : 12^\circ 30'$$

$$R_{4-5} = ЮЗ : 46^\circ + 6^\circ 30' = ЮЗ : 52^\circ 30'$$

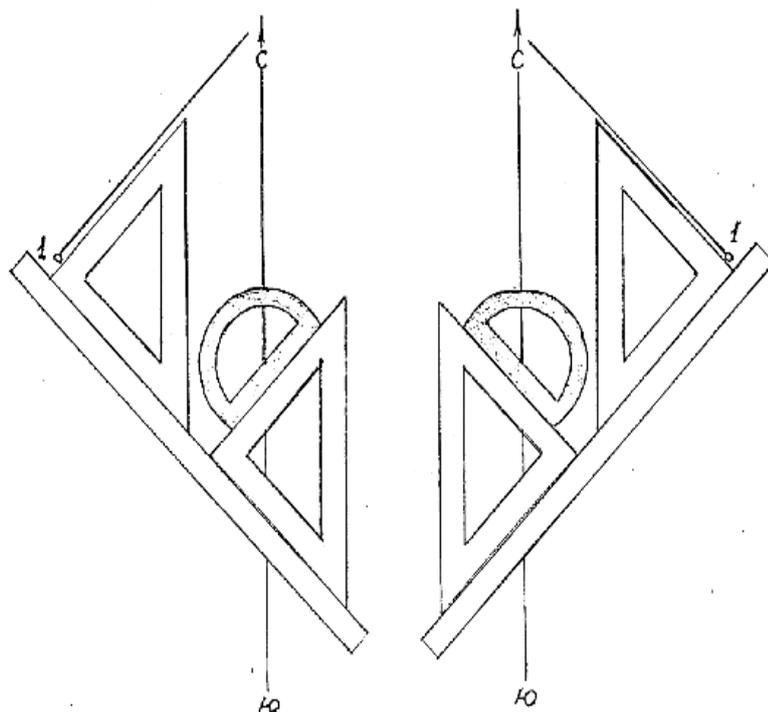
$$R_{5-1} = СЗ : 81^\circ - 6^\circ 30' = СЗ : 74^\circ 30'$$

Составлять план участка по данным буссольной съёмки, используя географические румбы, можно в такой последовательности:

1. Провести линию географического меридиана посередине листа бумаги.
2. Выбрать с помощью абриса положение первой точки так, чтобы план разместился на листе бумаги.
3. Построить из любой точки меридиана румб первой линии с помощью транспортира. При этом центр транспортира и отсчёт величины румба должны находиться на меридиане, а нулевой диаметр транспортира повернут от меридиана по названию румба на СВ (ЮЗ) или СЗ (ЮВ).
4. Провести из первой точки линию, параллельную построенному направлению (рисунок 4), с помощью треугольника и линейки.
5. Отложить на прочерченном направлении размер первой линии по поперечному масштабу, определив тем самым положение второй точки.
6. Определить положение остальных точек последовательно аналогичным построением.

Конец последней линии часто не попадает в первую точку, т.е. получается линейная невязка, характеризующая качество работы. Для неё определяют абсолютную (полученную на чертеже) и относительную величину и сравнивают с допуском. При отводе лесосек допускается погрешность, равная $1/300$ части периметра. Для устранения допускаемой невязки надо точку 1' сместить в точку 1 (рисунок 4), а остальные точки (кроме 1-й) сместить параллельно невязке и в том же направлении, но на величину, пропорциональную длине от начала хода. Величину смещения определяют с помощью графика прямой пропорциональной зависимости. Для этого на прямой линии откладывают в более мелком масштабе стороны участка. В конце на перпендикуляре откладывают невязку в масштабе плана и соединяют с первой точкой. Восстанавливают перпендикуляры от остальных точек до наклонной линии. Полученные отрезки и есть величина смещения для соответствующих точек.

ПРИМЕРЫ ПОСТРОЕНИЯ РУМБОВ



Для северо-восточных и
юго-западных направлений

Для северо-западных и юго-
восточных направлений

ПЛАН буссольной съёмки масштаб 1:1000

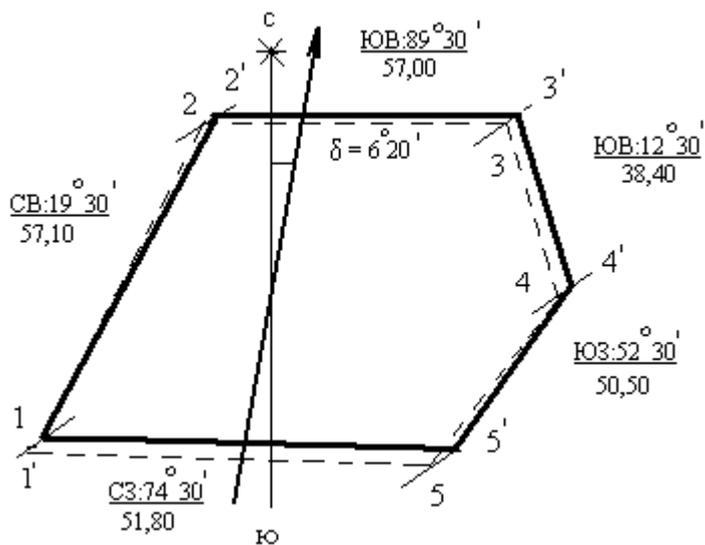


График распределения линейной невязки
М 1:4000

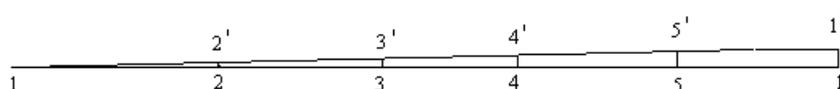


рис.4

Пример расчёта и допустимости линейной невязки.

Абсолютная невязка на чертеже равна 0,8 мм. Согласно масштабу 1:1000 эта же невязка на местности будет равна

$$1 \text{ см} - 10 \text{ м} \quad 1 \text{ мм} - 1 \text{ м} \quad 0,8 \text{ мм} - 0,8 \text{ м}$$

Относительная невязка

$$\frac{0,8}{254,8} = \frac{1}{318,5} < \frac{1}{300}$$

Следовательно, невязка допустима, и её можно устранить методом параллельных прямых, сопоставив график распределения линейной невязки.

Задача №5. Определение площади геометрическим способом.

Для определения площади участка, снятого буссолью и имеющего неправильную форму, используют известные формулы геометрии для правильных фигур. С этой целью план разбивают на простейшие фигуры (треугольники, прямоугольники, трапеции). В расчёте используют готовые размеры длин сторон, а недостающие измеряют линейкой на плане и по масштабу переводят в размеры на местности, т.к. нас интересует не площадь плана на бумаге, а площадь самого участка, изображённого на этом плане. Расчёты для контроля повторяют по другим элементам фигур или разбивают план поновому, чтобы не повторить возможную ошибку.

Пример 5.

Определить геометрическим способом площадь участка буссольной съёмкой.

1. Разбиваем площадь участка на треугольники. С помощью поперечного масштаба измеряем длины (если они неизвестны) двух каких-либо сторон и двух высот, определённых на них (a_1 и h_1 ; a_2 и h_2 и т.д.).

$$a_1 = d_{2-3} = 57,0 \text{ м} \quad h_1 = 3,75 \text{ см согласно } М 1:1000$$

$$h_1 = 37,5 \text{ м}; \quad S_1 = 1/2 \cdot 57 \cdot 37,5 = 1068,75 \text{ м} = 0,11 \text{ га}$$

2. Определить площадь остальных треугольников последовательно аналогично. Результаты записать в таблицу 12.

Таблица 12.

№ фигу- ры	а, м	h, м	$S = 0,5 ah, \text{м}^2$	$S_{\text{ср}} = \frac{S_1 + S_2}{2}$ м^2	$S_{\text{ср}}, \text{га}$
1	57 38,8	37,5 55,5	$S_1 = 1068,75$ $S'_1 = 1076,7$	1072,72	0,11
2	50,5 72,5	69,5 48,0	$S_2 = 1754,87$ $S'_2 = 1740$	1747,43	0,17
3	51,8 57,5	57,5 51,5	$S_3 = 1489,25$ $S'_3 = 1480,62$	1484,93	0,15

$$S = 4312,87 \text{ м}^2 \quad S' = 4297,32 \text{ м}^2 \quad S_{\text{ср}} = 4305,08 \text{ м}^2 \quad S_{\text{ср}} = 0,43 \text{ га}$$

3. Определяем фактическую абсолютную погрешность

$$\Delta S_{\text{ф}} = S - S' = 4312,87 - 4297,32 = 15,55 \text{ (м}^2\text{)}$$

4. Допустимая абсолютная погрешность

$$\Delta S_{\text{д}} = 0,04 \frac{M}{10000} \sqrt{S_{\text{ср}}} = \frac{0,04 \cdot 1000}{10000} \sqrt{0,42} = 0,0026 = 26 \text{ м}^2$$

Фактическая относительная погрешность

$$\Delta_{\text{ф}} = \frac{\Delta S_{\text{ф}}}{S_{\text{ср}}} = \frac{15,55}{4305,08} = \frac{1}{276,8}$$

Допустимая относительная погрешность

$$\Delta_{\text{д}} = \frac{\Delta S_{\text{д}}}{S_{\text{ср}}} = \frac{26}{4305,08} = \frac{1}{165,58}$$

Площадь измерена правильно, т.к. $\Delta S_{\text{д}} = 26 \text{ м}^2 > \Delta S_{\text{ф}} = 15,55 \text{ м}^2$

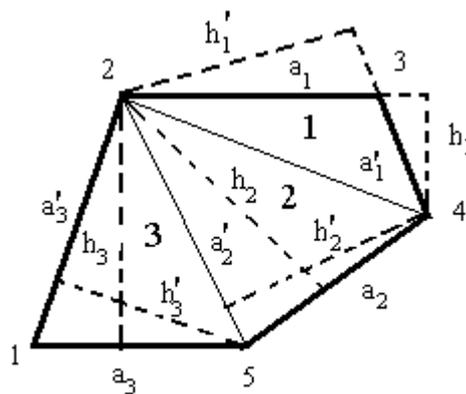


рис.5

Задача №6. Составление плана лесонасаждений.

Пример 6. План лесонасаждений предназначен для показа размещения древесной растительности на территории лесничества по преобладающим породам и возрасту. Обязательно рассмотрите такой план в ближайшем лесничестве.

Планы лесничеств (части территории лесхоза) составляют на основании планшетов путём копирования с уменьшением масштаба. Применяют масштабы 1:20000 или 1:50000. На этих планах изображают окружную границу лесничества, квартальную сеть, границы таксационных выделов, озера, реки, болота, дороги, здания и сооружения в соответствии с условными обозначениями.

При подборе цветов и тонов красок руководствуйтесь следующими правилами. Участки, занятые сосной, окрасьте оранжевым цветом, лиственницей – коричневым, елью – бордовым, кедром – красным, дубом – чёрным, берёзой – голубым, осиной – зелёным. Тона окраски выберите в соответствии с возрастом насаждений. Молодняки закрасьте самым бледным (первым) тоном, средневозрастные насаждения – вторым, приспевающие – третьим, спелые и перестойные – четвёртым. Указанием для выбора тона служит записанное на рис. 9 в каждом выделе второе число числителя таксационной формулы. Цифрами 1 и 2 здесь обозначены молодняки, 3 – средневозрастные, 4 – приспевающие, 5 и больше – спелые и перестойные насаждения.

Покраску начните с самых бледных тонов по породам. В отличие от насаждений естественного происхождения сомкнувшиеся лесные культуры закрасьте первым тоном и заштрихуйте четвёртым, который нанесите после того, как высохнет окрашенный участок плана. Штриховку выполните параллельно горизонтальным сторонам рамки чертежа. Несомкнувшиеся культуры заштрихуйте тоже четвёртым тоном данной породы, но без предварительной окраски выдела.

Озёра закрасьте голубым цветом в 2 тона: бледным первым тоном широкую прибрежную полосу, оставшуюся часть – вторым тоном. При окраске болот используйте голубую краску и немного чёрной, чтобы общий тон получился грязновато – голубым. После отмывки всех выделов и высыхания поверхности чертежа вычертите его чёрной тушью.

Список преобладающих пород по выделам в каждом квартале следующий: кв.31 выдел 1 – сосна; 2 – ель; 3 – сомкнувшиеся культурные сосны; 4 – берёза; 5 – осина; 6 – дуб; 7 – несомкнувшиеся культурные ели; 8 – берёза; 9 – лиственница; 10 – кедр; 11 – дуб; кв.32 выдел 1 – сосна; 2 – озеро; 3 – ель; 4 – болото; 5 – сомкнувшиеся культурные сосны; 6 – дуб; 7 – лиственница; 8 – кедр; 9 – сосна; 10 – несомкнувшиеся культурные лиственницы; 11 – берёза; 12 – ель.

Используя условные знаки (см. Приложение 2), нанесите на план ситуацию и заполните таблицу «Условные обозначения».

ПЛАН
лесонасаждений
Масштаб 1:10000
Общая площадь 173 га

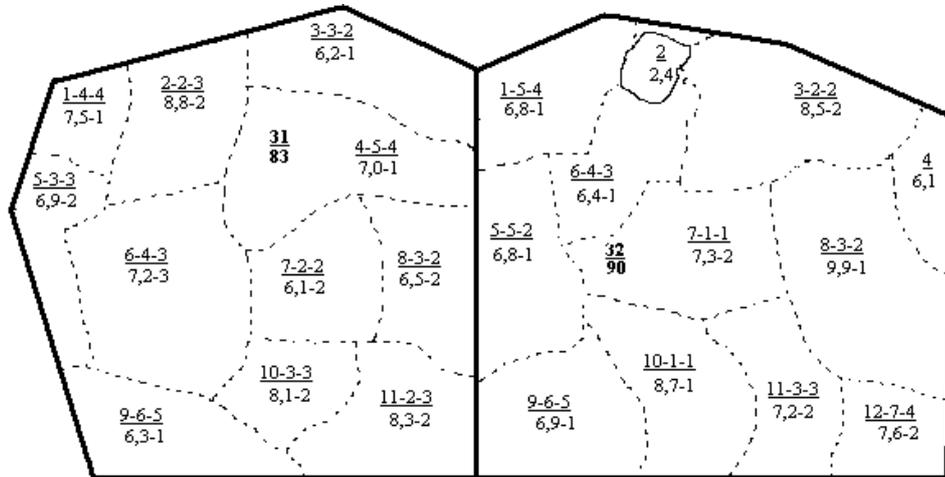


рис. 6

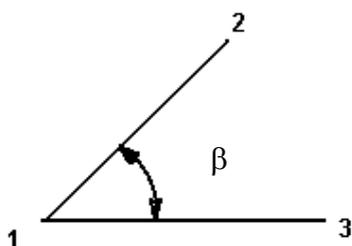
Условные обозначения

Порода	Группа возраста				Ре- дины	Второй ярус
	Мо- лод- няки	Средне- возраст.	При- спе- вающ.	Спелые и пере- стойные		
Сосна					☙	☙☙
Берёза					☚	☚☚
Дуб					☛	☛☛
Осина					☜	☜☜
Лиственница					☞	☞☞
Кедр					☟	☟☟
Ель					☠	☠☠
Болото	сено- кос	вырубка	про- гал	граница	про- сека	дорога

Методические указания по выполнению
контрольной работы №2.

Задача №1. Составление плана по прямоугольным координатам.

Создание геодезической основы лесоустроительного планшета, съёмки границ лесного массива, восстановление границ леса требует более высокой точности геодезических работ. Такую точность даёт теодолитная съёмка. Теодолит предназначен для измерения горизонтальных, вертикальных углов и азимутов линий.



$\beta = 3 - \Pi$;
где β – горизонтальный (внутренний) угол
3 – средний отсчёт на заднюю точку (3)
 Π – передний отсчёт на переднюю точку (2)

Внутренние углы - углы внутри полигона. Каждый угол полигона измеряют дважды. Первое измерение проводят при положении вертикального круга теодолита справа от зрительной трубы (КП), второе – для контроля при круге слева от трубы (КЛ). Расхождение допустимо не более $2t$, где t – точность отсчёта микроскопа теодолита (t – точность верньера для теодолита ТТ - 5). Из двух измерений выводят среднюю величину.

Пример 7. Обработки ведомости вычисления координат.

Основным полевым материалом теодолитной съёмки для составления плана участка является журнал теодолитной съёмки (таблица 13). Порядок заполнения журнала теодолитной съёмки следующий.

Для угла №1 покажем процесс вычисления подробно.

При первом измерении (КП) $З = 214^\circ 39'$; $\Pi = 132^\circ 57'$

$$\beta_1 = 214^\circ 39' - 132^\circ 57' = 81^\circ 42'$$

При втором измерении (КЛ) $З = 34^\circ 40'$; $\Pi = 312^\circ 56'$

$34^\circ 40' + 360^\circ = 394^\circ 40'$ (т.к. $З < \Pi$, то к $З + 360^\circ$)

$$\beta_1 = 394^\circ 40' - 312^\circ 56' = 81^\circ 44'$$

так как расхождение между β , измеренного при КП и β , измеренного при КЛ равно $2'$, что допустимо, то вычисляем среднее значение из двух результатов.

$$\beta_1 = 81^\circ (42' + 44')/2 = 81^\circ 43'$$

Аналогично выполняют расчёты для остальных точек стояния прибора.

Результаты полевых измерений записывают в журнале теодолитной съёмки (таблица 13).

Журнал теодолитной съёмки

Таблица 13

№ точки стояния прибора	Положен. вертикального круга	№ точки визирования	Отсчёт по горизонтальному кругу		Два замера величины угла		Средняя величина угла		Длина м		Угол наклона
			градусы	минуты	градусы	минуты	градусы	минуты	два замера	сред. величина	
1	КП	4	214	39	81	42	81	43	267,39	267,34	2°
		2	132	57							
	КЛ	4	34	40	81	44					
		2	312	56							
2	КП	1	235	08	84	16	84	16,5	267,29	267,34	2°
		3	150	52							
	КЛ	1	55	09	84	17					
		3	330	52							
3	КП	2	155	57	110	34	110	34	192,38	192,35	7°
		4	45	23							
	КЛ	2	335	56	110	34					
		4									
4	КП	3	321	19	83	26	83	25,5	220,16	220,18	0°
		1	237	53							
	КЛ	3	221	40	83	25					
		1	138	15							
								249,38	249,34	0°	

1. Вычисление угловой невязки и увязка углов.

Сумма измеренных углов полигона $\Sigma\beta$ изм. = 359° 59'

Теоретическая сумма углов полигона $\Sigma\beta$ теор. = $180^\circ \times (4-2) = 360^\circ$

Угловая невязка фактическая $F\beta_{\text{факт.}} = 359^\circ 59' - 360^\circ = -1'$

Угловая невязка допустимая $F\beta_{\text{доп.}} = \pm 1,5' \times \sqrt{4} = \pm 3'$

Угловая невязка допустима, т.к. $1' < 3'$, поэтому распределяем её с обратным знаком, но не более чем по $1'$. Сумма исправленных углов равна теоретической, т.е. 360° .

2. Вычисление дирекционных углов и румбов.

$\alpha_{1-2} = 76^\circ 11'$ – исходный дирекционный угол линии замкнутого хода между точками 1 и 2.

$\alpha_{2-3} = 76^\circ 11' + 180^\circ - 84^\circ 17' = 171^\circ 54'$

$\alpha_{3-4} = 171^\circ 54' + 180^\circ - 110^\circ 34' = 241^\circ 20'$

$\alpha_{4-1} = 241^\circ 20' + 180^\circ - 83^\circ 26' = 337^\circ 54'$

$\alpha_{1-2} = 337^\circ 54' + 180^\circ - 81^\circ 43' = 436^\circ 11' - 360^\circ = 76^\circ 11'$

Примечание: 1. В последней строке расчёта вычли 360, чтобы привести в норму величину дирекционного угла.

2. Последняя строка выполнена для проверки расчёта – вычисленный угол совпадает с исходной величиной.

$$R_{1-2} = \alpha_{1-2} = СВ:76^{\circ} 11'$$

$$R_{2-3} = 180^{\circ} - 171^{\circ}54' = ЮВ:8^{\circ} 06'$$

$$R_{3-4} = 241^{\circ} 20' - 180^{\circ} = ЮЗ:61^{\circ} 20'$$

$$R_{4-1} = 360^{\circ} - 337^{\circ} 54' = СЗ:22^{\circ} 06'$$

3. *Вычисление горизонтальных проложений*

Формула для вычисления: $d = D \times \cos v$.

Горизонтальные проложения вычисляют, когда угол наклона больше 2° .

$$d_{1-2} = 267,34 \times \cos 2^{\circ} = 267,34 \times 0,99939 = 267,18 \text{ м}$$

$$d_{2-3} = 192,35 \times \cos 7^{\circ} = 192,35 \times 0,99255 = 190,92 \text{ м}$$

4. *Вычисление приращений координат.*

Формулы для вычислений: $\Delta X = d \times \cos R$ $\Delta Y = d \times \sin R$

По оси X.

$$\Delta X_{1-2} = 267,18 \times 0,23882 = +63,81 \text{ м}$$

$$\Delta X_{2-3} = 190,92 \times 0,99002 = -189,01 \text{ м}$$

$$\Delta X_{3-4} = 220,18 \times 0,47971 = -105,62 \text{ м}$$

$$\Delta X_{4-1} = 249,34 \times 0,92653 = +231,02 \text{ м}$$

$$+294,83 \text{ м}$$

$$\underline{-294,63 \text{ м}}$$

$$\text{Итого: } +0,20 \text{ м}$$

По оси Y.

$$\Delta Y_{1-2} = 267,18 \times 0,97106 = +259,45 \text{ м}$$

$$\Delta Y_{2-3} = 190,92 \times 0,14090 = +26,90 \text{ м}$$

$$\Delta Y_{3-4} = 220,18 \times 0,87743 = -193,19 \text{ м}$$

$$\Delta Y_{4-1} = 249,34 \times 0,37622 = -93,81 \text{ м}$$

$$+286,35 \text{ м}$$

$$\underline{-287,00 \text{ м}}$$

$$\text{Итого: } -0,65 \text{ м}$$

5. *Оценка качества линейных измерений.*

В замкнутом ходе ошибок $\Sigma \Delta X = 0$ и $\Sigma \Delta Y = 0$

У нас $\Sigma \Delta X = +20 \text{ м}$, $\Sigma \Delta Y = -0,65 \text{ м}$

Вычисляем абсолютную линейную невязку:

$$f_{абс} = \sqrt{0,20^2 + 0,65^2} = 0,68 \text{ м}$$

Вычисляем относительную невязку:

$$f_{отн.} = 0,68 / 927,62 \approx 1/1400$$

Линейная невязка допустима для хода 2-го разряда, так как

$$1/1400 < 1/1000$$

Ведомость вычисления координат вершин

Таблица 14

№ точки	Углы местности			Дирекционный угол (азимут)	Румб		Горизонтальное проложение линии, м
	измеренный	поправка	исправленный		название	градусы и минуты	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
1	81°43′		81°43′				
2	84°16.5′	+0.5′	84°17′	76°11′	СВ	76°11′	267.18
3	110°34′		110°34′	171°54′	ЮВ	8°06′	190.92
4	83°25.5′	+0.5′	83°26′	241°20′	ЮЗ	61°20′	220.18
1				337°54′	СЗ	22°06′	249.34
Сумма	359°59′	+1′	360°00′				927.62

Приращение координат						Координаты		№ точки
вычисление				исправление				
ΔX	поправка	ΔY	поправка	ΔX	ΔY	X	Y	
<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>
						+74.91	-160.17	1
+63.81	-0.06	+259.45	+0.19	+63.75	+259.64	+138.66	+99.47	2
-189.01	-0.04	+26.90	+0.13	-189.05	+27.03	-50.39	+126.50	3
-105.62	-0.05	-193.19	+0.15	-105.67	-193.04	-156.06	-66.54	4
+231.02	-0.05	-93.81	+0.18	+230.97	-93.63	+74.91	-160.17	1
+0.20	-0.20	-0.65	+0.65	0.00	0.00			
Абсолютная невязка 0,68 м								
Относительная невязка 1/1400								

6. Распределение невязки в приращениях координат.

Так как невязки в приращениях координат допустимы, распределяем их пропорционально длинам сторон (графе 8) с обратным знаком. Для облегчения расчёта стороны выразим в сотнях метров. Периметр равен 927,62 м ≈ 9,3 сотни метров.

По оси X.

$$F_{1-2} = 0,20 / 9,3 \times 2,7 = 0,06 \text{ м}$$

$$F_{2-3} = 0,20 / 9,3 \times 1,9 = 0,04 \text{ м}$$

$$F_{3-4} = 0,20 / 9,3 \times 2,2 = 0,05 \text{ м}$$

$$F_{4-1} = 0,20 / 9,3 \times 2,5 = 0,05 \text{ м}$$

Итого: 0,20 м

По оси Y .

$$F_{1-2} = 0,65 / 9,3 \times 2,7 = 0,19 \text{ м}$$

$$F_{2-3} = 0,65 / 9,3 \times 1,9 = 0,13 \text{ м}$$

$$F_{3-4} = 0,65 / 9,3 \times 2,2 = 0,15 \text{ м}$$

$$F_{4-1} = 0,65 / 9,3 \times 2,5 = 0,18 \text{ м}$$

Итого: 0,65 м

Вычисляем исправленные приращения координат.

По оси X.

$$\Delta X_{1-2} = +63,81 - 0,06 = + 63,75 \text{ м}$$

$$\Delta X_{2-3} = -189,05 - 0,04 = - 189,05 \text{ м}$$

$$\Delta X_{3-4} = -105,62 - 0,05 = - 105,67 \text{ м}$$

$$\Delta X_{1-4} = +231,02 - 0,05 = +230,97 \text{ м}$$

Итого: 0,00 м

По оси Y .

$$\Delta Y_{1-2} = +259,45 + 0,19 = + 259,64 \text{ м}$$

$$\Delta Y_{2-3} = +26,90 + 0,13 = + 27,03 \text{ м}$$

$$\Delta Y_{3-4} = -193,19 + 0,15 = -193,04 \text{ м}$$

$$\Delta Y_{4-1} = -93, + 0,18 = - 93,63 \text{ м}$$

Итого: 0,00 м

Распределение выполнено верно, т.к. сумма исправленных приращений координат по каждой оси равна нулю, что соответствует замкнутому ходу.

7. Вычисление прямоугольных координат.

Исходные координаты.

$$X_1 = - 128,71 + 203,62 = + 74,91 \text{ м}$$

(исходные данные)

$$X_2 = + 74,91 + 63,75 = + 138,66 \text{ м}$$

$$X_3 = - 138,66 - 189,05 = - 50,39 \text{ м}$$

$$X_4 = - 50,39 - 105,67 = - 156,06 \text{ м}$$

$$X_1 = - 156,06 + 230,97 = + 74,91 \text{ м}$$

$$Y_1 = - 630,33 + 470,16 = - 160,17 \text{ м}$$

(исходные данные)

$$Y_2 = - 160,17 + 259,64 = + 99,47 \text{ м}$$

$$Y_3 = + 99,47 + 27,03 = + 126,50 \text{ м}$$

$$Y_4 = + 126,50 - 193,04 = - 66,54 \text{ м}$$

$$Y_1 = - 66,54 - 93,63 = - 160,17 \text{ м}$$

Расчёт координат выполнен верно, т.к. в последней строке вновь получены координаты первой точки замкнутого круга.

Далее по координатам вершин теодолитного хода, вычисленных в ведомости координат, строят план участка местности в следующем порядке:

Вычерчивают координатную сетку в виде системы квадратов; в данном случае для небольшого участка координатную сетку строят простейшим способом следующим образом. На листе чертёжной бумаги проводят две диагонали. Из точки пересечения диагоналей откладывают по ним одинаковые отрезки произвольной длины, но такой, чтобы внутри вспомогательного прямоугольника можно было разместить план теодолитной съёмки. Отмеченные точки на диагоналях соединяют прямыми и получают вспомогательный прямоугольник. Затем на стороне прямоугольника откладывают от его вершин отрезки по 4 см и через соответствующие точки противоположных сторон прочерчивают прямые линии, получая таким образом сетку квадратов. Построение сетки квадратов проверяют сравнением длин сторон и диагоналей каждого квадрата при помощи измерителя.

Координатную сетку строят размером 16×16 см через 2 см, исходя из плана М 1:5000, чтобы стороне квадрата соответствовало 100 метров.

Подписи координатной сетки производят с учётом масштаба плана сотнями метров слева и снизу. При этом в нижнем левом углу подписывают значение X_{\min} с округлением до сотен метров в меньшую сторону, а в верхнем левом углу – значение X_{\max} с округлением до сотен метров в большую сторону, в промежутке выписывают только сотни метров против соответствующих горизонтальных линий координатной сетки. Аналогично снизу подписывают значения Y .

Накладывают на план замкнутый ход по координатам их вершин, взятым из ведомости координат.

Вершины теодолитных ходов по их координатам наносят на план следующим образом. Прежде всего, по абсолютным величинам координат и по знакам определяют квадрат сетки, в котором должна находиться данная точка. Затем откладывают по сторонам этого квадрата в масштабе плана разности между абсциссами и ординатами этой точки и абсциссами и ординатами сторон квадрата, имеющими меньшие надписи. Например, для построения первой точки полигона с координатами $X_1 = +74,91$ м и $Y_1 = -160,17$ м необходимо отложить на боковых сторонах квадрата от нижнего основания вверх отрезок 74,91 (74,91 м – 0 м) и на горизонтальных сторонах слева направо – отрезок 39,83 м (-200,0 м – (-160,17)) (см рис.6). Искомая точка будет на пересечении линий, соединяющих точки, полученные на сторонах квадрата при откладывании указанных отрезков, переводя их согласно масштаба из м в см. 74,91 м в М 1:5000 1 см – 50 м соответственно

$$74,91 \text{ м} : 50 \text{ м} = 1,49 \text{ см} \text{ и } 39,83 : 50 = 0,80 \text{ см.}$$

Аналогично наносят на план вторую и последующие вершины полигона. Полученные точки соединяют прямыми линиями. Для контроля построения точек по их координатам измеряют длины линий по плану с учётом масштаба и сравнивают результаты этих измерений со значениями линий, записанными в ведомости координат; расположение не должно превышать (мм) $0,3 M$, где M – знаменатель масштаба плана (не более 1,5 м для плана масштаба 1:5000).

**ПЛАН
ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЁМКИ
М 1:5000**

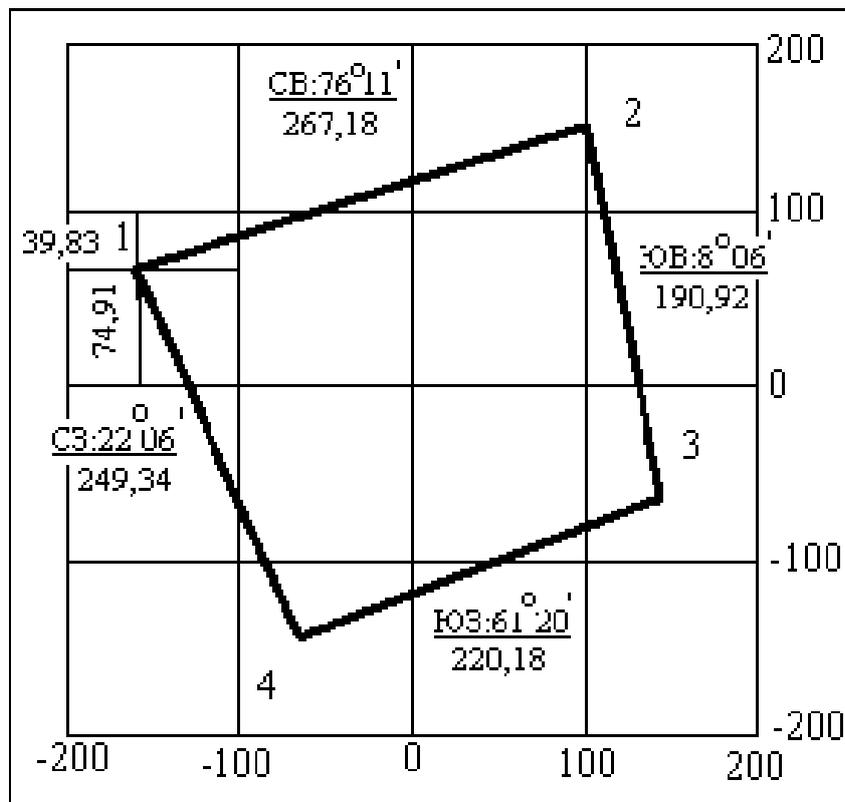


рис. 7

Задача №2.

Ответы на контрольные вопросы должны быть представлены в виде конспекта. В своих ответах студент может воспользоваться интернет ресурсами.

Задача №3. Проектирование участка заданной площади.

Иногда требуется отделить от выдела необходимую площадь.

В учебнике рассмотрены три случая, на основании которых можно решить эту проблему в различных ситуациях. Данные для выноса проектируемого участка в натуру следует определять вычислением.

Пример 8.

Необходимо выделить на плане теодолитной съёмки участок в виде треугольника площадью 2 га в четвёртом углу плана. Длина основания 180 м на стороне 3-4. М 1:5000.

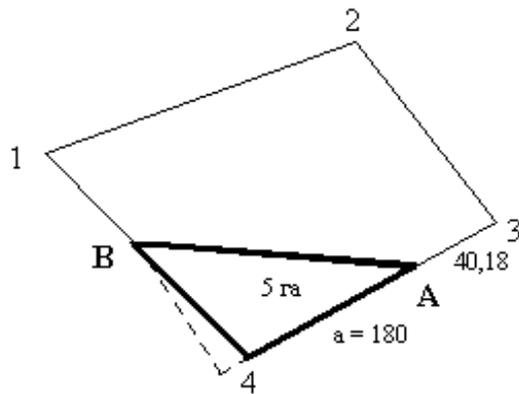


рис. 8

Площадь треугольника определяется по формуле:

$$S_{\text{тр}} = 0,5 ah, \text{ где } a - \text{основание} = 180\text{м}$$

h – высота

$$S_{\text{тр}} = 2 \text{ га} = 20000 \text{ м}^2$$

из этой формулы определяем высоту

$$h = S / 0,5 a ; h = 20000 / 0,5 \cdot 180 = 222 \text{ м}$$

согласно М1 :5000 в 1 см – 50 м

$$222 : 50 = 4,4 \text{ см}$$

$$h = 4,4 \text{ см}$$

Для построения заданной площади необходимо восстановить перпендикуляр $h = 4,4$ см от основания на линию 1-4.

Для переноса проекта лесосеки в натуру в лесу необходимо определить расстояние 3А

$$220,18 - 180 = 40,18 \text{ (м)}.$$

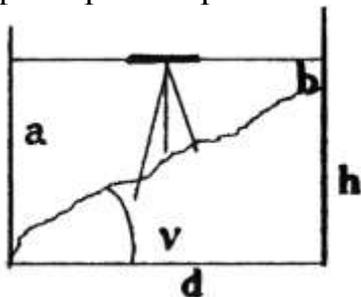
На плане при помощи транспортира измерить румб линии АВ.

$$R = C3:65^\circ.$$

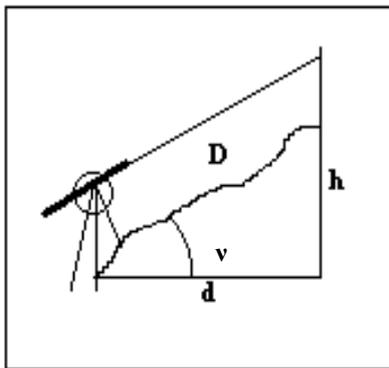
Задача №4. Составление профиля продольного нивелирования трассы.

Для проектирования лесовозных дорог необходимо изображение вертикального разреза местности, т.е. профиль. Такой чертёж получают в результате нивелирования.

Нивелирование – это определение превышения между соседними точками. В зависимости от метода определения превышения различают нивелирование: геометрическое, тригонометрическое, физическое, механическое и фотограмметрическое.



При геометрическом нивелировании используют нивелир и рейки. Горизонтальным лучом визирования нивелира, установленным между точками, берут отсчёты по стоящим на точках рейкам: по задней «а», по передней «b». Разность отсчётов даёт превышение между точками, то есть $h = a - b$.



При тригонометрическом нивелировании используют теодолит. Наклонным лучом визирования теодолита измеряют угол наклона линии местности к горизонту – v . Измеряют длину линии местности – D . Превышение вычисляют по формуле тригонометрии, т.е. $h = D \times \sin v$.

При физическом нивелировании используют разность атмосферного давления на разных высотах или свойство жидкости занимать в сообщающихся сосудах одинаковую высоту. При механическом нивелировании профиль местности вычерчивает нивелир-автомат, перемещаемый по поверхности. Его устройство основано на действии отвеса-маятника. При фотограмметрическом нивелировании превышения определяют путём измерений на стереопарах аэрофотоснимков.

Продольное техническое нивелирование трассы осуществляют с помощью нивелира (об устройстве и поверхках нивелира и реек читайте в учебнике). В период полевых работ вначале подготавливают трассу: закрепляют кольями, производят горизонтальную съёмку, разбивают пикетаж и круговые кривые на поворотах, выполняют съёмку ситуации. Для контроля результатов измерений используют опорные точки с известной высотой – реперы. Более подробно эти работы описаны в учебнике.

Пример 9. Обработка журнала нивелирования.

Условия:

- расстояния между пикетами 100 м;
- использованы одинаковые рейки, т.е. отсчёты нижней пятки на красной стороне у обоих 4787 мм;
- нивелирование производили способом из середины;
- отсчёты брали при одном горизонте прибора по чёрной и красной сторонам реек;
- в начале и конце трассы в 200 м сделаны высотная привязка к опорным точкам с известными отметками высот – реперам R3 и R4.

1. Вычисление превышений.

Превышения между связующими точками вычисляем дважды, как разность задних и передних отсчётов по чёрной и красной сторонам реек с допустимым расхождением до 4-х мм (h выч. = 3-П).

1-я станция: $h_{(R3-0)} = 1114 - 1742 = -628$

$$h_{(R3-0)} = 5901 - 6531 = -630 \quad h_{ср.(R3-0)} = -629 \text{ мм}$$

2-я станция: $h_{(0-1)} = 1248 - 226 = +1022$

$$h_{(0-1)} = 6035 - 5011 = +1024$$

$$h_{ср.(0-1)} = +1023 \text{ мм}$$

3-я станция: $h_{(1-2)} = 230 - 2838 = -2608$

$$\begin{aligned}
 h_{(1-2)} &= 5017 - 7629 = -2612 & h_{\text{ср.}(1-2)} &= -2610 \text{ мм} \\
 \text{4-я станция: } h_{(2-R4)} &= 1721 - 1617 = +104 \\
 h_{(2-R4)} &= 6508 - 6408 = +100 & h_{\text{ср.}(2-R4)} &= +102 \text{ мм}
 \end{aligned}$$

2. Постраничный контроль вычисления превышений.

Для контроля полевых расчётов подсчитываем на каждой странице итоговые суммы.

$$\begin{aligned}
 \text{Сумма задних отсчётов} & \quad -\Sigma Z & &= 27774 \\
 \text{Сумма передних отсчётов} & \quad -\Sigma П & &= 32002 \\
 \text{Сумма вычисленных превышений} & \quad -\Sigma h \text{ выч.} & &= -4228 \\
 \text{Сумма средних превышений} & \quad -\Sigma h \text{ ср.} & &= -2114
 \end{aligned}$$

Разность между суммой задних и суммой передних отсчётов должна равняться сумме вычисленных превышений.

$$\Sigma Z - \Sigma П = \Sigma h \text{ выч.} \quad 27774 - 32002 = -4228$$

Половина суммы вычисленных превышений должна равняться сумме средних превышений.

$$\Sigma h \text{ выч.} / 2 = \Sigma h \text{ ср.} \quad -4228 / 2 = -2114$$

Условия проверки соблюдены, значит расчёты превышений выполнены верно (в противном случае надо искать ошибку в расчётах превышений).

3. Вычисление невязки в превышениях.

Если нивелирный ход опирается на точки с известными отметками высот, то невязку в превышениях вычисляем по формуле:

$$F h = \Sigma h \text{ ср.} - (H_k - H_n), \text{ где: } \Sigma h \text{ ср.} - \text{сумма средних превышений;}$$

H_k – высота конечного репера;

H_n – высота начального репера.

$$F h = (-2114) - (21399 - 23533) = (-2114) - (-2134) = +20 \text{ мм}$$

Величину допустимой невязки определяем по формуле:

$$F h \text{ доп.} = \pm 50 \sqrt{L} \text{ мм: где } L - \text{длина хода в километрах.}$$

$$F h \text{ доп.} = \pm 50 \sqrt{0,4} = \pm 32 \text{ мм.}$$

Наша невязка допустима, т.к. 20 мм меньше 32 мм. Продолжаем расчёты.

4. Вычисление исправленных превышений.

Так как невязка в превышениях допустима, распределяем её поровну на все превышения с обратным знаком. 20 мм / 4 = 5 мм, т.е. по 5 мм с минусом. Сумма исправленных превышений должна быть равна разности высот крайних точек (реперов).

$$\Sigma h \text{ исп.} = -2134 = 21399 - 23533$$

5. Вычисление высот связующих точек.

Высоты связующих точек вычисляем через превышения.

$$H_0 = 23533 - 634 = 22899$$

$$H_1 = 22899 + 1018 = 23917$$

$$H_2 = 23917 - 2615 = 21302$$

$$H_4 = 21302 + 97 = 21399$$

Совпадение рассчитанной высоты последней точки с её исходной величиной указывает на правильность расчётов высот связующих точек

6. Вычисление высот промежуточных точек.

Высоты промежуточных (плюсовых) точек вычисляем через горизонт прибора. Для получения горизонта прибора на станции к высоте заднего пикета станции прибавляем отсчёт по чёрной стороне рейки на этой точке. ГП 3-й станции = 23917 + 230 = 24147.

Для получения высоты промежуточной точки от горизонта прибора отнимаем отсчёт по чёрной стороне рейки на промежуточной точке.

$$H_{1+40} = 24147 - 2121 = 22026$$

Профиль продольного технического нивелирования трассы составляют на миллиметровой бумаге по вычисленным отметкам высот связующих и промежуточных точек. Для большей наглядности изломов рельефа вертикальный масштаб берут в 10 раз крупнее горизонтального. При составлении профиля автомобильных лесовозных дорог рекомендуют применять вертикальный масштаб 1:500, горизонтальный 1:5000. Высоты откладывают не от нуля, а от условного горизонта с таким расчётом, чтобы была нанесена точка с наименьшей высотой и ещё осталось свободным сантиметра 3-4 для надписей. Реперы на профиле не показывают. Они нужны для контроля измерения превышений и передачи высот на связующие точки. Пример смотрите на рисунке 9, где изображён профиль участка дороги по данным журнала нивелирования (таблица 15)

Журнал нивелирования.

Таблица 15

№ станции	№ пикета	Отсчёты по рейке			Превышения				Горизонт прибора	Отметка высоты
		задний	передний	промеж-уточ.	вычисленное	среднее	поправка	исправленное		
		З	П	С	h выч.	h ср.		h исп.	ГП	Н
	R3	1114								23533
1		5901			-628					
	0		1742			-629	-5	-634		
			6531		-630					
	0	1248								22899
2		6035			+1022					
	1		0226			+1023	-5	+1018		
			5011		+1024					
	1	0230								23917
		5017			-2608					
3	+40			2121		-2610	-5	2615	24147	22026
	2		2838		-2612					
			7629							
	2	1721								21302
4		6508			+104					
	R4		1617			+102	-5	+97		21399
			6408		+100					
Сумма		27774	32002		-4228	-2114	-20	-2134		

Задача №5. Составление проекта будущей трассы.

Линейные сооружения проектируют по профилю, на который наносят проектную линию будущего полотна дороги или дна канала. При проведении проектной линии руководствуются предельным уклоном, высотами фиксированных точек, техническими и экономическими условиями. К фиксированным точкам относят точки примыкания возводимых сооружений к существующим (пересечение дороги, мост, площадка), высоту которых изменять нельзя.

Зная отметки высот фиксированных точек, можно определить уклон проектной линии по формуле

$$i = (H_{пк} - H_{пн}) / d,$$

где: $H_{пк}$ – высота конца проектной линии;

$H_{пн}$ - высота начала проектной линии;

d - горизонтальное проложение проектной линии.

Проектные отметки остальных точек определяют по формуле – проектная высота следующей точки равна проектной высоте предыдущей точки плюс произведение уклона проектной линии на горизонтальное проложение между этими точками, т.е.

$$H_{\text{след.}} = H_{\text{пред.}} + i \times d.$$

Рабочие отметки вычисляют как разность между проектной высотой и высотой земли этой же точки. Положительные рабочие отметки показывают высоту насыпи, отрицательные – глубину выемки грунта в данном месте.

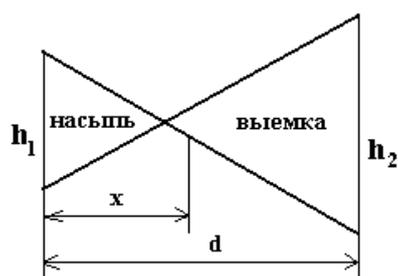
Точки нулевых работ – это точки пересечения проектной линии с линией профиля, т.е. точки, где выемка переходит в насыпь или наоборот. Для выноса точек нулевых работ в натуру вычисляют расстояния до них от ближайших точек пикетажа и высоты этих точек. Расчёт расстояния основан на подобии треугольников, образованных ближайшими выемкой и насыпью.

Пропорция такова: $x / (d - x) = h_1 / h_2$.

Откуда $x = h_1 \times d / (h_1 + h_2)$,

где: d – расстояние между точками;

h_1, h_2 – рабочие отметки ближайших точек.



Пример 10.

Расчёт проектных данных.

На профиле (рисунок 9) проектный уклон составляет 0,008.

1. *Вычисление проектных отметок.*

$$H_1 = 23.60 - 0.008 \times 100 = 22.80 \text{ м}$$

$$H_{1+40} = 22.80 - 0.008 \times 40 = 22.48 \text{ м}$$

$$H_2 = 22.48 - 0.008 \times 60 = 22.00 \text{ м}$$

2. *Вычисление рабочих отметок.*

$$h_0 = 23.60 - 22.90 = +0.70 \text{ м}$$

$$h_1 = 22.80 - 23.92 = -1.12 \text{ м}$$

$$h_{1+40} = 22.48 - 22.03 = + 0.45 \text{ м}$$

$$h_2 = 22.00 - 21.30 = +0.70 \text{ м}$$

3. Вычисление расстояний до точек нулевых работ.

$$x_1 = 0.70 \times 100 / (0.70 + 1.12) = 38.5 \text{ м}$$

$$x_2 = 0.45 \times 40 / (1.12 + 0.45) = 11.5 \text{ м}$$

4. Вычисление высот точек нулевых работ.

$$H_{0+38.5} = 23.60 - 0.008 \times 38.5 = 23.29 \text{ м}$$

$$H_{1+28.5} = 22.80 - 0.008 \times 28.5 = 22.57 \text{ м}$$

ПРОФИЛЬ УЧАСТКА ДОРОГИ

Масштабы:
горизонтальный 1 : 2000
вертикальный 1 : 200

Условный горизонт 20 м

Ось пути	Ситуация
	Ситуация
Проектные отметки	
Проектные уклоны	
Отметки земли по оси дороги	
Расстояния	

Пикеты

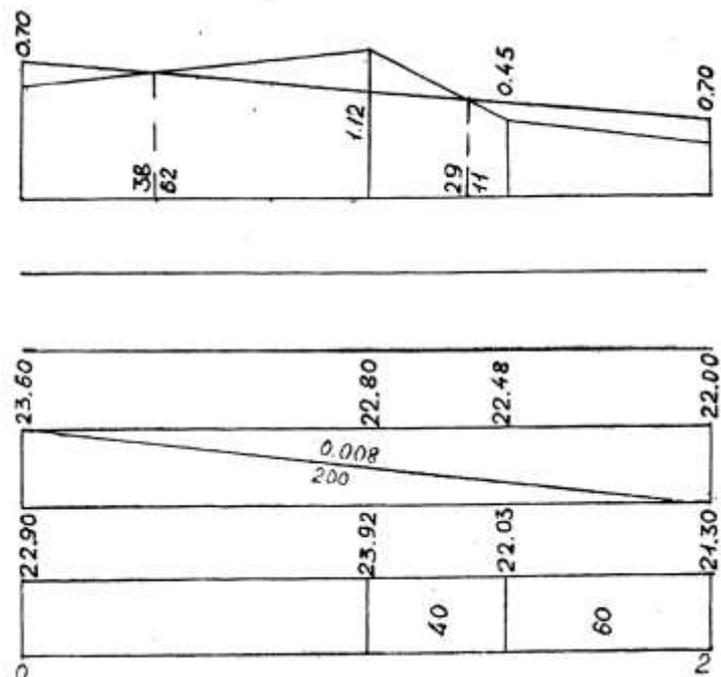
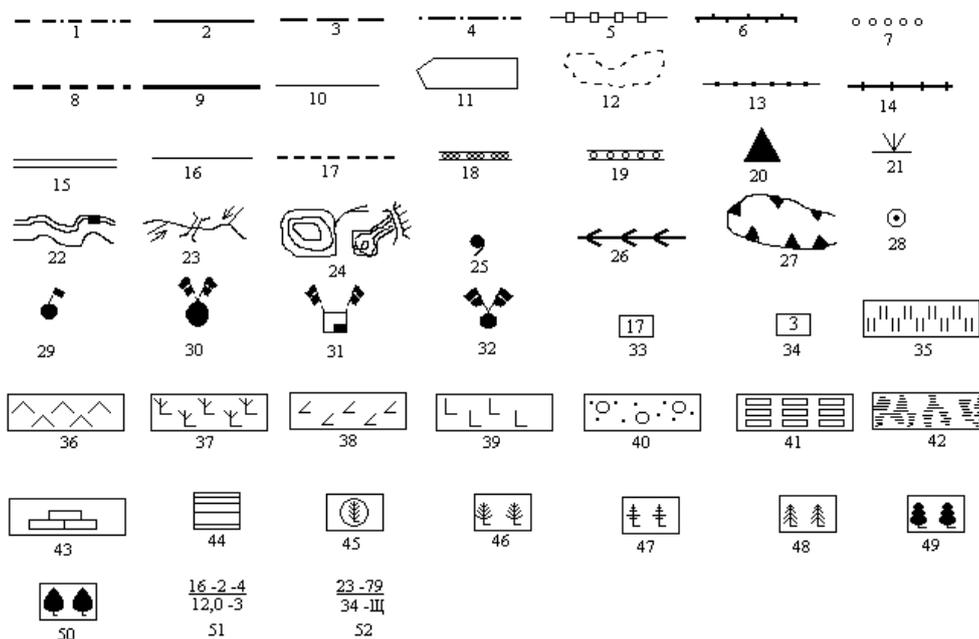


Рис.9

Приложение 1
Поправки за наклон линий, измеренных лентой, см

Углы наклона, град	Расстояние, м									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Приведение к горизонту наклонного расстояния (знак минус)										
1,0	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
1,5	-	1	1	1	2	2	2	3	3	3
2,0	1	1	2	2	3	4	4	5	6	6
2,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3,0	1	3	4	6	7	8	10	11	12	14
3,5	2	4	6	8	9	11	13	15	17	19
4,0	2	5	7	10	12	15	17	20	22	24
4,5	3	6	9	12	15	18	22	25	28	31
5,0	4	8	11	15	19	23	27	30	34	38
5,5	5	9	14	18	23	28	32	37	41	46
6,0	6	11	16	22	27	33	38	44	49	55
6,5	6	13	19	26	32	39	45	51	58	64
7,0	8	15	22	30	37	45	52	60	67	74
7,5	9	17	26	34	43	51	60	68	77	86
8,0	10	20	29	39	49	58	68	78	88	97
8,5	11	22	33	44	55	66	77	88	99	110
9,0	12	25	37	49	62	74	86	98	111	123
9,5	14	27	41	55	69	82	96	110	123	137
10,0	15	30	46	61	76	91	106	122	137	152
11,0	18	37	55	74	92	110	129	147	165	184
12,0	22	44	66	87	100	131	153	175	197	218
13,0	26	51	77	102	128	154	179	205	231	256
14,0	30	59	89	119	148	178	208	238	267	297
15,0	34	68	102	136	170	204	238	273	307	341
Построение наклонного расстояния по горизонтальному проложению (знак плюс)										
1,0 – 6,0 – по первой части										
6,5	6	13	19	26	32	39	45	52	58	65
7,0	8	15	22	30	38	45	53	60	68	75
7,5	9	17	26	34	43	52	60	69	78	86
8,0	10	20	30	39	49	59	69	79	88	98
8,5	11	22	33	44	56	67	78	89	100	111
9,0	12	25	37	50	62	75	87	100	112	125
9,5	14	28	42	56	70	83	97	111	125	139
10,0	15	31	46	62	77	93	108	123	139	154
11,0	19	37	56	75	94	112	131	150	168	187
12,0	22	45	67	89	112	134	156	179	201	223
13,0	26	53	79	105	132	158	184	210	237	263
14,0	31	61	92	122	153	184	214	245	276	306
15,0	35	70	106	141	176	212	247	282	318	353

Условные знаки



1. Границы лесохозяйственных предприятий. 2. Границы лесничеств (на плане лесничества). 3. Границы лесничеств (на карте-схеме). 4. Границы обходов. 5. Границы лесопарков. 6. Границы лесов заповедников. 7. Границы государственных лесных полос. 8. Границы кварталов и урочищ. 9. Квартальные просеки. 10. Таксационные визиры. 11. Границы выделов, установленные инструментально. 12. Границы выделов, установленные путём дешифрирования или глазомерно. 13. Линии связи. 14. Узкоколейные железные дороги. 15. Грунтовые улучшенные дороги. 16. Грунтовые просёлочные дороги. 17. Полевые и лесные дороги. 18. Противопожарные разрывы. 19. Противопожарные барьеры из лиственных пород. 20. Пожарные наблюдательные пункты. 21. Места разведения костров. 22. Береговая линия и пристань. 23. Реки, ручьи, мосты и каналы. 24. Озёра и пруды. 25. Ключи и родники. 26. Водораздельные линии хребтов. 27. Бровки оврагов и обрывов. 28. Населённые пункты. 29. Лесные кордоны. 30. Конторы лесхозов. 31. Конторы леспромхозов. 32. Конторы лесничеств. 33. Временные пробные площади. 34. Постоянные пробные площади. 35. Сенокосы. 36. Пастбища (выгоны). 37. Гари и сухостойники. 38. Ветровалы и буреломы. 39. Вырубки. 40. Кустарники. 41. Лесные питомники и древесные школы. 42. Болота. 43. Торфоразработки. 44. Несомкнувшиеся культуры. 45. Культуры ели под пологом. 46. II ярус, сосна. 47. II ярус, лиственница. 48. II ярус, ель. 49. II ярус, дуб. 50. II ярус, клён. 51. Таксационные формулы выделов, покрытые лесом и редин: числитель – номер выдела, класс возраста, группа запаса; знаменатель – площадь, класс бонитета. 52. Таксационные формулы выделов на вырубках, гарях, прогалинах: числитель – номер выдела, год рубки, гари; знаменатель – площадь, тип вырубки, гари.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Общие методические указания	5
Рекомендуемая литература	6
Учебное задание № 1	6
Учебное задание № 2	16
Контрольная работа № 1	20
Контрольная работа № 2	25
Методические указания по выполнению контрольной работы № 1	29
Методические указания по выполнению контрольной работы № 2	41
Приложения 1,2	54-56