

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
ФГБОУ ВО ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени А.А. ЕЖЕВСКОГО**

Агрономический факультет

Кафедра землеустройства, кадастров и сельскохозяйственной мелиорации

Д.Р. Чернигова

АВТОМАТИЗАЦИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ

*Учебно-методическое пособие для бакалавров очного, заочного и заочного с
применением дистанционных образовательных технологий обучения, обучающихся
по направлению подготовки
21.03.02 – Землеустройство и кадастры*

Молодежный 2019

УДК 582.2/.5:004(072)

Подготовлено и рекомендовано к изданию кафедрой землеустройства, кадастров и сельскохозяйственной мелиорации агрономического факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (протокол №9 от «28» марта 2019 г.)

Печатается по решению методической комиссии агрономического факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского
Протокол № 8 от 14.05.2019 г.

Авторы: Чернигова Д.Р.

Рецензенты: Глухов О.В. к.т.н, заместитель главного инженера АО «Кадастрсъемка»

Чернигова, Д.Р. Автоматизация геодезических работ: Учебно-методическое пособие для бакалавров очного, заочного и заочного с применением дистанционных образовательных технологий обучения, обучающихся по направлению подготовки 21.03.02 – Землеустройство и кадастры. – Иркутск: Изд-во Иркутский ГАУ, 2019. – 40 с.

Учебно-методическое пособие для бакалавров очного, заочного и заочного с применением дистанционных образовательных технологий обучения, обучающихся по направлению подготовки 21.03.02 – Землеустройство и кадастры для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Автоматизация геодезических работ» подготовлены на кафедре землеустройства, кадастров и сельскохозяйственной мелиорации ФГБОУ ВО Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования. Учебно-методическое пособие включает в себя общие сведения о дисциплине (цель и задачи, место дисциплины в структуре ОП, перечень планируемых результатов освоения дисциплины), тематику аудиторных занятий, перечень самостоятельной работы студентов и требования к ее оформлению. Кроме того, приведено учебно-методическое обеспечение дисциплины, в котором указаны различные источники, необходимые для качественного освоения дисциплины.

© Чернигова Д.Р., 2019

© Иркутский ГАУ имени А.А. Ежевского, 2019

Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ 5	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ	7
5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	9
5.1 Темы лекций.....	9
5.2 Темы лабораторных работ.....	10
6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ	11
6.1 Перечень контрольных работ	11
6.2 Перечень примерных вопросов для оценки качества освоения дисциплины	15
7. ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ (КОНТРОЛЬНЫХ) РАБОТ.....	18
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	38
8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	38
8.1.1 Основная литература	38
8.1.2 Дополнительная литература.....	38
8.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины	39
8.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	40

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины:

- приобретение студентами необходимых знаний по выбору технологий автоматизированных геодезических измерений, технических средств и обеспечению требуемой точности при выполнении топографо-геодезических работ, проектно-изыскательных работ по землеустройству, кадастру недвижимости, планировке и застройке сельских населенных пунктов.

Основные задачи освоения дисциплины:

- развить четкое представление о средствах и методах геодезических работ при топографо-геодезических изысканиях;

- сформировать представления об автоматизации геодезических измерений;

- сформировать навыки по обработке геодезических измерений в автоматизированных системах;

- сформировать навыки самостоятельной работы, организации исследовательской работы.

Результатом освоения дисциплины «Автоматизация геодезических работ» является овладение бакалаврами по направлению подготовки 21.03.02 – Землеустройство и кадастры следующих видов профессиональной деятельности:

- проектная;

- производственно-технологическая;

- организационно-управленческая;

- научно-исследовательская деятельность, в том числе компетенциями заданными ФГОС ВО.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Автоматизация геодезических работ» находится в вариативной части блока 1 учебного плана, является дисциплиной по выбору. Приступая к изучению данной дисциплины, студент должен иметь базовые знания по Математике, Геодезии.

Знания и умения, полученные в результате освоения дисциплины «Автоматизация геодезических работ», являются необходимыми для изучения следующих дисциплин: картография, прикладная геодезия, основы метрологии, стандартизации, сертификации геодезического инструментоведения.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть знаниями, умениями и навыками в целях приобретения следующих компетенций:

Трудовое действие ¹	Наименование компетенции, необходимой для выполнения трудового действия (планируемые результаты освоения ОП)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенции
Общепрофессиональные компетенции		
	ОПК-3- способностью использовать знания современных технологий проектных, кадастровых и других работ, связанных с землеустройством и кадастрами	<p>В области знания и понимания (А)</p> <p>Знать: методы и средства ведения инженерно-геодезических и изыскательских работ, системы координат, классификацию и основы построения опорных геодезических сетей, сведения из теории погрешностей геодезических измерений, геоинформационные и кадастровые информационные системы, современные способы подготовки и поддержания информации, способы определения площадей и перенесения проектов в натуру; приемы и методы обработки геодезической информации для целей землеустройства, кадастра недвижимости, мониторинга земель и градостроительной деятельности</p> <p>В области интеллектуальных навыков (В)</p> <p>Уметь: - применять современные геодезические приборы и программно-аппаратные средства обработки геодезической информации, обеспечивать необходимую точность и своевременность геодезических измерений</p> <p>В области практических умений (С)</p> <p>Владеть: методами картометрии, проведения топографо-геодезических изысканий с использованием современных приборов,</p>

		оборудования и технологий; методикой оформления планов, карт, графических проектных и прогнозных материалов с использованием современных компьютерных технологий
	ПК-10 - способностью использовать знания современных технологий при проведении землеустроительных и кадастровых работ	В области знания и понимания (А)
		Знать: методы и средства ведения инженерно-геодезических и изыскательских работ, приемы и методы обработки геодезической информации для целей землеустройства, кадастра недвижимости, мониторинга земель и градостроительной деятельности
		В области интеллектуальных навыков (В)
		Уметь: применять современные геодезические приборы и программно-аппаратные средства обработки геодезической информации, обеспечивать необходимую точность и своевременность геодезических измерений
		В области практических умений (С)
		Владеть: методами картометрии, проведения топографо-геодезических изысканий с использованием современных приборов, оборудования и технологий

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов – 3 з.е.

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы:

4.1.1. Очная форма обучения: Семестр – 4, вид отчетности – зачет.

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц	Объем часов / зачетных единиц
	всего	4 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	108/3	108/3
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	40	40
в том числе:		
Лекции (Л)	20	20
Практические (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	20	20
Самостоятельная работа:	68	68
Курсовой проект (КП) ²	-	-
Курсовая работа (КР) ³	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	24	24
Реферат (Р)	-	-
Эссе (Э)	-	-
Контрольная работа	-	-
Самостоятельное изучение разделов	-	-
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	44	44
Подготовка и сдача экзамена ²	-	-
Подготовка и сдача зачета	-	-

4.1.2. Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		4
Общая трудоемкость	108	108
Аудиторная работа:	16	16
Лекции (Л)	6	6
Практические занятия (ПЗ)		
Лабораторные работы (ЛР)	10	10
Контроль самостоятельной работы	-	-
Самостоятельная работа:	92	92
Расчетно-графическая работа (РГР)	46	46
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	46	46
Форма промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

²На курсовой проект (работу) выделяется не менее одной зачётной единицы трудоёмкости (36 часов)

³На экзамен по дисциплине выделяется одна зачётная единица (36 часов)

5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Темы лекций

Тема 1. Общие сведения. Задачи предмета, основные исторические этапы развития и связь с другими науками. Задачи и краткое содержание курса. Обзор отечественного и зарубежного опыта автоматизации геодезических измерений. Связь курса с другими дисциплинами.

Тема 2. Основные понятия о модели местности. Определение модели местности (ММ) в соответствии с ГОСТ . Основные свойства ММ. Понятие о топографическом объекте. Свойства топографических объектов. Отношения между топообъектами. Структура ММ. Цифровая модель ситуации. Метрическая информация. Синтаксическая информация. Семантическая информация. Структурная информация. Модель точки. Модель контура. Модель местного предмета. Модель топографического объекта.

Тема 3. Построение цифровых моделей рельефа. Типы моделей по характеру распределения опорных точек. Обзор методов моделирования поверхности. Служебная информация. Системы классификации и кодирования. Классификаторы топообъектов. Системы идентификации топообъектов.

Тема 4. Автоматизированное составление топографических планов. Общие сведения о САПР. Геоинформационные системы. Основные понятия. Примитивы. Системы координат. Единицы измерений и масштаб. Вид. Слой. Чертеж. Системы меню. Управление изображением. Получение справочной информации. Свойства примитивов (слой, цвет, тип линии). Стили штрихования. Модели штриховок. Вывод текстовой информации. Блоки и атрибуты. Средства выбора объектов. Перенос объектов и их копирование. Поворот объектов, масштабирование, удаление. Деление объекта на части. Разметка объекта. Размеры. Изменение свойств примитивов. Редактирование простых и 8 составных объектов. Экспортно-импортные операции. Вывод чертежей на принтер и плоттер Классификация принтеров и плоттеров. Функциональные возможности. Технические характеристики.

Тема 5. Электронные средства сбора топографической информации. Автоматизация топографических съёмок. Преобразование аналоговой информации в цифровую. Классификация преобразователей (дигитайзеров), основные технические характеристики.

Тема 6. Электронная тахеометрия. Регистраторы информации. Основные сведения о конструкции отечественных и зарубежных

электронных тахеометров. Особенности их устройства. Технические параметры. Степень автоматизации измерений. Интерфейсы и программное обеспечение для передачи данных с накопителей в ЭВМ. Протоколы передачи данных. Поверки и исследования электронных тахеометров.

Тема 7. Автоматизированные спутниковые геодезические приёмники, степень автоматизации измерений. Классификация приёмников. Основные режимы работы.

Тема 8. Технология цифрового моделирования местности. Цифровое моделирование местности. Принципиальная схема. Базы данных цифровой модели местности (ЦММ). Описание объектов и связей между ними. Понятие о банке данных. Проектирование логической структуры базы данных ЦММ реляционного типа. Информационные и операционные системы управления базами данных топографо-геодезического назначения.

Тема 9. Графическое отображение цифровой модели местности. Цифровые карты. Операции с условными знаками. Генерализация. Экспорт цифровых моделей местности для решения задач автоматизации проектирования, планирования и управления.

Тема 10. Автоматизация инженерно-геодезических измерений. Общие сведения об автоматических измерительных системах инженерно-геодезического назначения. Оптические системы оптико-электронных измерительных приборов. Элементы автоматических измерительных систем инженерно-геодезического назначения. Методы и приборы автоматизации инженерно-геодезических измерений.

5.2 Темы лабораторных работ

Тема 1. Изучение комплекта электронных тахеометров.

Тема 2. Поверка электронных тахеометров.

Тема 3. Экспорт данных измерений с электронного тахеометра в ПЭВМ.

Тема 4. Изучение основных функции ГИС, применяемых для составления и редактирования цифровых топографических планов и карт.

Тема 5. Создание цифрового топографического плана по результатам топографической съемки электронным тахеометром в автоматическом режиме.

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

6.1 Перечень контрольных работ

1. Высотная отметка репера из геометрического нивелирования $H_T = 427,568$, а определённая спутниковым приёмником $H_C = 425.230$ м. Найти поправку Δ_h для перехода от эллипсоидальной к балтийской системе высот

2. ГМЧ светодальномера работает на частоте 30 МГц. Какова длина волны $\lambda = ?$, если принять скорость ЭМВ $C = 300000$ км/сек.

3. Длина волны несущей частоты дальномера $\lambda = 10$ м, а измеряемое расстояние равно 102, 58 м. Найти значение домера, определённого фазометром.

4. Длина волны несущей частоты радиодальномера $\lambda = 3$ см. В каком диапазоне волн работает радиодальномер.

5. Длина волны несущей частоты радиодальномера $\lambda = 10$ см. В каком диапазоне волн работает радиодальномер.

6. Какой тип модуляции несущей частоты используется в системах ГЛОНАСС и GPS.

7. Найти расстояние, измеренное фазовым дальномером, если: длина полуволны масштабной частоты $\lambda/2 = 5$ м, число целых полуволн на дистанции $N = 100$, а домер $\Delta N = 0,5$.

8. Паспортное значение ОКЗ светодальномера 2СТ10 $L_{\Pi} = 110$ мм, а измеренное значение ОКЗ $L_{И} = 105$ мм. Найти поправку за ОКЗ $\Delta_{ОКЗ} = ?$.

9. Показатель преломления воздуха $n = 1.0003$ Вычислить индекс преломления $N = ?$.

10. Разность фаз между сигналом с дистанции и опорным сигналом на входе фазометра $\Delta\phi = 843,5^\circ$. Какой фазовый сдвиг (разность фаз) $\Delta\phi$ будет измерен фазометром?

11. Расстояние измеряется импульсным светодальномером. Определить расстояние до отражателя, если импульс вернулся через $\Delta t = 0,01$ миллисекунды (принять $C = 300000$ км/сек).

12. Расшифровать обозначение нивелира по ГОСТу 4Н2КЛ.

13. Расшифровать обозначение тахеометра-автомата по ГОСТу 4ТА5.

14. Светодальномер имеет С.К.О. измерения расстояния $m_D = 5 \text{ мм} + 3 \cdot 10^{-6}D$ Найти значение С.К.О. , для измеренного расстояния $D = 5$ км.

15. Светодальномер СП2 имеет С.К.О. измерения расстояния $m_D = 2 \text{ мм} + 2 \cdot 10^{-6}D$ Найти значение С.К.О. для измеренного расстояния $D = 1,5$ км.

16. Светодальномером измерено расстояние $D = 5000$ м с абсолютной ошибкой $m_D = 5$ см. Найти относительную точность измерения.

17. Светодалнономером измерено расстояние $D = 500$ м. Превышение между дальномером и отражателем $h = 10$ м. Определить поправку за превышение.

18. Спутниковые приёмники при относительных определениях координат имеют С.К.О. $m_D = 5$ мм + 2 мм/км. Вычислить С.К.О. определения координат, если расстояние между базой и ровером равно $D = 5$ км..

19. Спутниковый одночастотный приёмник при относительных определениях координат имеет С.К.О. $m_D = 5$ мм + 2 мм/км. Вычислить С.К.О. определения координат, если расстояние между базой и ровером равно $D = 10$ км.

Требования к выполнению рефератов и контрольных работ

К выполнению рефератов контрольных работ предъявляются следующие требования:

– индивидуальное задание должно быть выполнено самостоятельно, как собственное рассуждение автора на основе информации, полученной из различных источников;

– содержание индивидуального задания должно быть изложено от имени автора;

– цель и задачи реферата должны быть четкими и отображать суть исследуемой проблемы;

– содержимое индивидуального задания должно соответствовать теме задания и отображать состояния проблемы, степень раскрытия сути проблемы в работе должна быть приемлемой;

– при разработке индивидуального задания должны быть использованы не менее 7 различных источников;

– работа должна содержать обобщенные выводы и рекомендации.

Требования к структуре рефератов и контрольных работ

Структура рефератов и *контрольных работ* должна содержать:

– титульный лист (титульный лист является первой страницей реферата и контрольных работ);

– содержание (содержание включает: введение; наименования всех разделов, подразделов, пунктов и подпунктов основной части задания; выводы; список источников);

– введение (во введении кратко формулируется проблема, указывается цель и задачи реферата и контрольных работ);

– основная часть (состоит из одного или нескольких разделов, в которых излагается суть);

– выводы или заключение (в выводах приводят оценку полученных результатов работы, предлагаются рекомендации);

– список источников информации (содержит перечень источников, на которые ссылаются).

Требования к оформлению рефератов и контрольных работ

К оформлению предъявляются следующие требования:

– оформляют на листах формата А4 (210x297), текст печатается на одной стороне листа через полтора интервала;

– параметры шрифта: гарнитура шрифта – Times New Roman, начертание – обычный, кегль шрифта – 14 пунктов, цвет текста – авто (черный);

– параметры абзаца: выравнивание текста – по ширине страницы, отступ первой строки -12,5 мм, межстрочный интервал - полуторный;

– поля страницы для титульного листа: верхнее и нижнее поля – 20 мм; правое – 15 мм, левое – 30 мм;

– поля всех остальных страниц: верхнее и нижнее поля – 20 мм, размер левого поля 30 мм, правого – 15 мм;

– на титульном листе указывается название образовательного учреждения, тема, название учебного курса, номер группы, форма и курс обучения, Ф.И.О. автора, Ф.И.О. научного руководителя (проверяющего), место и год выполнения работы;

– каждую структурную часть необходимо начинать с нового раздела со следующей страницы (Вставка/Разрыв/Новый раздел, со следующей страницы);

– страницы нумеруют арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Порядковый номер ставят вверху страницы, справа;

– нумерация страниц начинается с титульного листа, но на титульном листе номер страницы не указывается;

– текст основной части индивидуальных заданий разбивают на разделы, подразделы, пункты и подпункты;

– разделы, подразделы, пункты, подпункты нумеруют арабскими цифрами;

– разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах излагаемого материала и обозначаться арабскими цифрами, в конце номера раздела точку не ставят (например, 1);

– подразделы нумеруют в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и порядкового номера подраздела,

разделенных точкой. В конце номера подраздела точку не ставят, например: «1.1»;

– пункты нумеруют в пределах каждого подраздела. Номер пункта состоит из порядкового номера раздела, подраздела, пункта, между цифрами и в конце номера точку не ставят, например: «1.1.2»;

– заголовки (заголовки 1 уровня) каждой структурной части индивидуального задания (например, содержание, введение и т.д.) и заголовки разделов основной части следует располагать в середине строки и печатать прописными буквами без подчеркивания и без точки в конце;

– заголовки подразделов, пунктов и подпунктов следует начинать с абзацного отступа и печатать строчными буквами, кроме первой. Точка в конце заголовка не ставится;

– иллюстрации (рисунки, схемы, графики) и таблицы, которые размещаются на отдельных страницах, включают в общую нумерацию страниц;

– иллюстрации необходимо помещать непосредственно после первого упоминания о них в тексте или на следующей странице;

– таблица располагается непосредственно после текста, в котором она упоминается в первый раз или на следующей странице;

– таблицы нумеруют арабскими цифрами по порядку в пределах раздела;

– примечания помещают в тексте при необходимости пояснения содержания текста, таблицы или иллюстрации;

– пояснения к отдельным данным, приведенным в тексте или таблицах, допускается оформлять сносками;

– формулы и уравнения располагают непосредственно после их упоминания в тексте, посередине страницы;

– в индивидуальном задании могут быть указаны ссылки на используемую литературу;

– ссылки на источники следует указывать в квадратных скобках, например: [1-3], где 1-3 порядковый номер источников, указанных в списке источников информации;

– список источников информации можно размещать в порядке появления источника в тексте, в алфавитном порядке фамилий авторов или заголовков и в хронологическом порядке.

6.2 Перечень примерных вопросов для оценки качества освоения дисциплины

1. Абсолютные и относительные определения координат GPS приёмниками. Точность абсолютных и относительных определений.
2. Автоматизация измерений площадей на топокартах электронным планиметром.
3. Автоматизация линейных измерений лазерными рулетками. Область их применения и точность измерений.
4. Автоматизация топографических съёмок на основе совместного применения электронных тахеометров и персональных компьютеров.
5. Блок-схема спутникового приёмника.
6. Блок-схема фазового светодальномера.
7. Гиротеодолит, его назначение и основные блоки.
8. Диапазоны ЭМВ. Понятие о несущих и модулирующих частотах.
9. Достоинства и недостатки определения координат спутниковыми приёмниками.
10. Достоинства и недостатки светодальномеров и радиодальномеров.
11. Зарядное устройство для зарядки аккумуляторов светодальномеров СТ-5 и 2СТ-10. Правила зарядки никель-кадмиевых аккумуляторов.
12. Использование лазерных зенит-проекторов в строительстве.
13. Использование навигационных GPS приёмников в геодезии.
14. Использование современных электронных тахеометров для автоматизации топографических съёмок.
15. Использование электронных нивелиров для автоматизации геометрического нивелирования.
16. Источники ошибок определения координат спутниковыми приёмниками.
17. Источники электропитания светодальномеров и радиодальномеров.
18. Классификация спутниковых приёмников.
19. Классификация светодальномеров, принятая в России.
20. Лазерная рулетка, её назначение, характеристики и применение.
21. Лазерный визир ЛВ-5, его назначение, характеристики и технология применения.
22. Лазерный нивелир НЛ-20К, его назначение, характеристики и технология измерения превышений.
23. Методика определения поправок за цикличность для светодальномеров.
24. Метрологическое обеспечение светодальномерных измерений.
25. Наземные координатные определения системами ГЛОНАСС и GPS. Абсолютные и относительные определения (статика и кинематика).
26. Назначение, устройство и основные блоки гиротеодолитов.
27. Общая блок-схема спутникового приёмника.

28. Общая блок-схема электронного тахеометра-автомата и функциональное назначение блоков.
29. Общие принципы механизации и автоматизации топографо-геодезических работ.
30. Общие сведения о светодальномерах-рефрактометрах.
31. Основное уравнение для измерения координат спутниковыми приёмниками.
32. Особенности распространения ЭМВ в различных диапазонах.
33. Показатель DOP (HDOP, VDOP, PDOP) и его использование при спутниковых координатных определениях.
34. Применение лазерных нивелиров для автоматизации геометрического нивелирования.
35. Принцип работы импульсного светодальномера, его блок-схема.
36. Принцип работы фазовых светодальномеров.
37. Принципы координатных определений на земной поверхности спутниковыми приёмниками. Основные уравнения.
38. Принципы разрешения неоднозначности измерений у фазовых светодальномеров.
39. Реальная скорость ЭМВ в атмосфере. Принципы определения коэффициента преломления при светодальномерных измерениях.
40. Роботизированные электронные тахеометры и их отличие от обычных электронных тахеометров.
41. Светодальномер 2СТ-10, его назначение, характеристики и технология измерения расстояний.
42. Светодальномер СТ-5, его назначение, характеристики и технология измерения расстояний.
43. Сегменты систем ГЛОНАСС и GPS, их характеристики.
44. Системы координат, используемые системами ГЛОНАСС и GPS.
45. Спутниковый навигационный приёмник GARMIN-12, его назначение, характеристики и технология измерения координат.
46. Типы излучателей света, применяемые в светодальномерах.
47. Требования, предъявляемые к автоматизированному геодезическому прибору.
48. Фокусирующие системы радиодальномеров.
49. Фокусирующие системы светодальномеров.
50. Фотоприёмники, используемые в светодальномерах.
51. Характеристика современных программных комплексов для автоматизации обработки геодезических измерений и построения топокарт.
52. Что входит в состав спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS.
53. Электронные (кодовые) теодолиты для автоматизации угловых измерений.
54. Что обозначает марка нивелира 4Н2КЛ.
55. Что обозначает марка светодальномера 2СТ-10.

56. Что обозначает марка светодальномера СП-2.
57. Что обозначает марка светодальномера СТ-5.
58. Что обозначает марка светодальномера СГ-30.
59. Что обозначает марка тахеометра 3Та-5.
60. Что обозначает марка теодолита 3Т2КП.
61. Что обозначает марка теодолита 3Т5КП.

7. ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ (КОНТРОЛЬНЫХ) РАБОТ

Лабораторные (контрольные) работы по дисциплине «Автоматизация геодезических работ» выполняется студентами очного, заочного и заочного с применением дистанционных образовательных технологий обучения, обучающихся по направлению подготовки 21.03.02 – Землеустройство и кадастры.

Работа включает в себя выполнение девяти лабораторных работ.

Также приводятся контрольные вопросы для подготовки к зачету. В методических указаниях приводятся 61 контрольных вопросов.

Работа оформляется по общепринятым правилам и должна включать в себя:

- титульный лист;
- оглавление;
- наименование, исходные данные и решение работ;
- список использованных источников.

Лабораторная работа № 1

Лазерный дальномер Trimble (Spectra Precision) HD360 и работа с ним

Цель работы: - научиться пользоваться лазерным дальномером **Trimble (Spectra Precision) HD360** для решения различных прикладных задач, определять расстояния до точек, определять превышения между двумя точками.

Материалы, приборы и принадлежности – лазерный дальномер, чертежные инструменты, транспортир.

Задание:

1. Определить размеры аудитории: длину, ширину, высоту, вычислить ее площадь и объем.

2. Определить превышение между двумя точками непосредственным измерением и косвенным способом.

3. Определить параметры оконного проема в аудитории: ширину, высоту, размеры по диагонали. Сравнить полученные результаты.

4. Провести соответствующие измерения и построить по результатам измерений схему аудитории, учитывая расположение оконных и дверных проемов.

Основные понятия

Миниатюрный лазерный дальномер **Trimble (Spectra Precision) HD360** предназначен для измерения расстояний, площадей и объемов внутри и снаружи помещений. Полученные измерения выводятся на жидкокристаллический экран в метрах или футах.



Рисунок 1 - Лазерный дальномер **Trimble (Spectra Precision) HD360**

Основные характеристики и преимущества:

- Измерения до труднодоступных точек
- Измерения производятся только одним человеком
- Высокая точность измерений: ± 3 мм на расстоянии до 60 метров
- Простое управление, не требуется обучение
- Вычисление площадей и объемов
- Подсветка для работы в темноте
- Заблаговременное предупреждение о разрядке батарей (на последние 100 измерений)
- Безопасное для людей лазерное излучение.
- Автоматическое выключение через 5 минут

Спецификация:

Характеристики	
Излучатель	Лазерный диод 635нм
Диапазон измерения расстояний	От 0.3 до 60 м
Точность	± 3 мм
Время измерений	от 0.5 сек до 3 сек.
Питание	4 батареи 1.5В (тип АА)
Защита от влаги	IP54
Время работы	до 5000 измерений

Лабораторная работа № 2

Работа с точным теодолитом типа 3Т2

Цель работы: - научиться пользоваться точным теодолитом типа 3Т2 для решения различных прикладных задач, выполнять поверки прибора, получать угловые и линейные измерения.

Материалы, приборы и принадлежности – точный теодолит типа 3Т2, чертежные инструменты, транспортёр.

Задание:

Заполнить журнал измерений горизонтальных и вертикальных углов теодолитом 3Т2.

Основные понятия

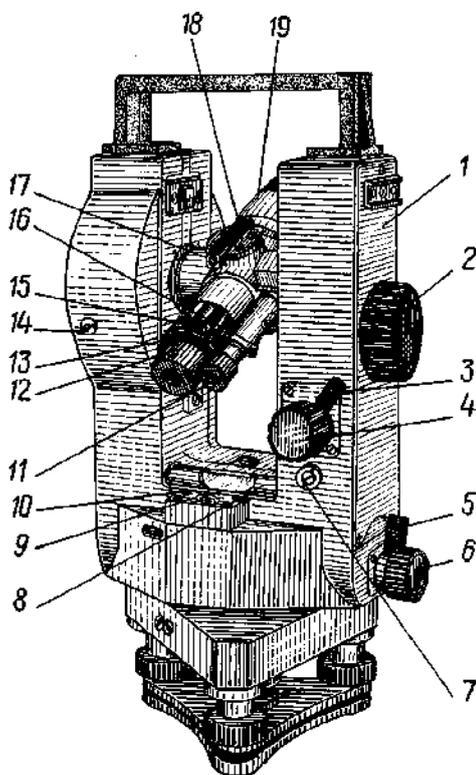


Рисунок 1

1-боковая крышка; 2-рукоятка микрометра; 3,5-закрепительные винты; 4,6-наводящие винты; 7,10-юстировочные винты уровня; 8,9-уровни при алидаде горизонтального круга; 11-окуляр микроскопа; 12-окуляр зрительной трубы; 13-колпачок; 14-штекерное гнездо; 15-кремальера; 16-флажок отражателя; 17-горизонтальная ось; 18-коллиматорный визир; 19-зрительная труба.

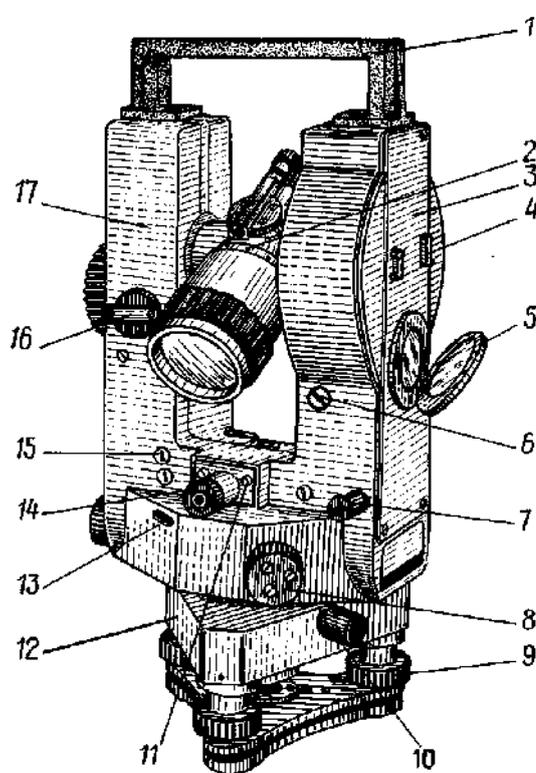


Рисунок 2

1-ручка; 2-клиновое кольцо; 3-боковая крышка; 4-упор; 5-зеркало; 6-юстировочный винт; 7-установочный винт; 8-рукоятка; 9-подъемный винт; 10-закрепительный винт; 11-винт; 12-подставка; 13-иллюминатор круга-искателя; 14-окуляр оптического центрира; 15-пробка для юстировки рена вертикального круга; 16-рукоятка переключателя; 17-колонка

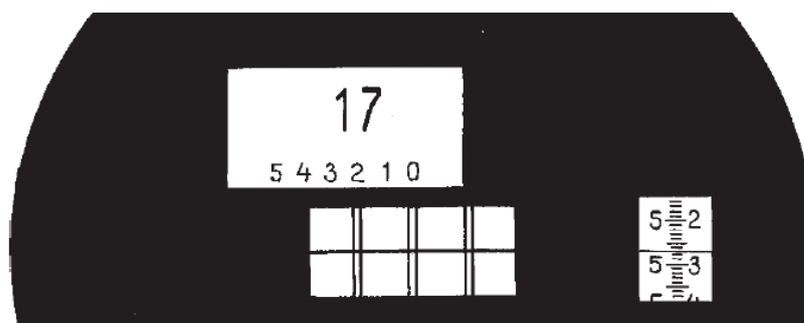


Рисунок 3 - Поле зрения микроскопа.

Основные технические характеристики

СКО измерения - горизонтального угла	2''
- вертикального угла	2,4''
Диапазон работы компенсатора	3'
Цена деления шкалы отсчётного устройства	1''
Точность отсчитывания	0,1''
Цена деления уровней - цилиндрического при алидаде гор. круга	15''
- круглого установочного	5'
Минимальное расстояние визирования	0,6м

Изображения горизонтального и вертикального кругов вводятся в микрометр по двум независимым оптическим каналам. Переключение каналов производится поворотом рукоятки 16 (рисунок 2) на 90°. При горизонтальном положении рукоятки в поле зрения микроскопа видно изображение штрихов горизонтального круга, при вертикальном положении - изображение штрихов вертикального круга, оттененное желтым фоном.

Микрометр, расположенный со стороны крышки, служит для измерения долей деления лимба. При вращении рукоятки 2 (рисунок 1) изображения диаметрально противоположных штрихов лимба перемещаются навстречу друг другу. После совмещения штрихов по шкале микрометра определяют долю деления лимба в угловой мере (**снятие отсчета**).

Снятие отсчета. В центральном окне поля зрения отсчетного микроскопа находятся изображения диаметрально противоположных штрихов лимба, разграниченные разделительной линией, в верхнем окне - цифры градусов, ниже - шесть цифр (от 0 до 5), указывающих десятки минут, в правом окне - шкала микрометра. Левый ряд цифр шкалы микрометра соответствует единицам минут, правый ряд цифр - десяткам секунд, а каждое деление шкалы одной секунде.

Перед отсчитыванием тщательно совместить рукояткой микрометра средние линии верхнего и нижнего изображений бифилярных штрихов лимба горизонтального (или вертикального) круга. После этого записать показания шкал. Если в верхнем окне видны два градусных числа, то рабочим является число, находящееся в пределах цифр десятков минут. Цифра, расположенная под серединой числа градусов, показывает количество десятков минут. К ним

нужно прибавить единицы минут (левый ряд цифр), десятки секунд (правый ряд цифр) и единицы секунд со шкалы микрометра. На рис. отсчет соответствует $17^{\circ} 25' 27''$.

Вертикальные углы вычисляются по формуле:

$$\alpha = 0,5 (П - Л) - 90^{\circ}$$

$$Z = 0,5 (Л + П - 360^{\circ}),$$

где Z - место зенита вертикального круга,

Л, П - отсчеты по вертикальному лимбу при двух положениях (слева и справа от наблюдателя).

Горизонтальные углы вычисляются как обычно, у теодолитов типа 2Т30, 2Т5, 3Т5

Журнал измерений горизонтальных и вертикальных углов теодолитом 3Т2

Точка стояния	Точка визирования	Горизонтальные углы			Вертикальные углы			
		КЛ	КП	Среднее значение Угла β	КЛ	КП	Место зенита Z	Значение угла α

Лабораторная работа № 3

Работа с точным теодолитом типа 3Т5КП

Цель работы: - научиться пользоваться точным теодолитом типа 3Т5КП для решения различных прикладных задач, выполнять поверки прибора, получать угловые и линейные измерения.

Материалы, приборы и принадлежности – точный теодолит типа 3Т5КП, чертежные инструменты, транспорт.

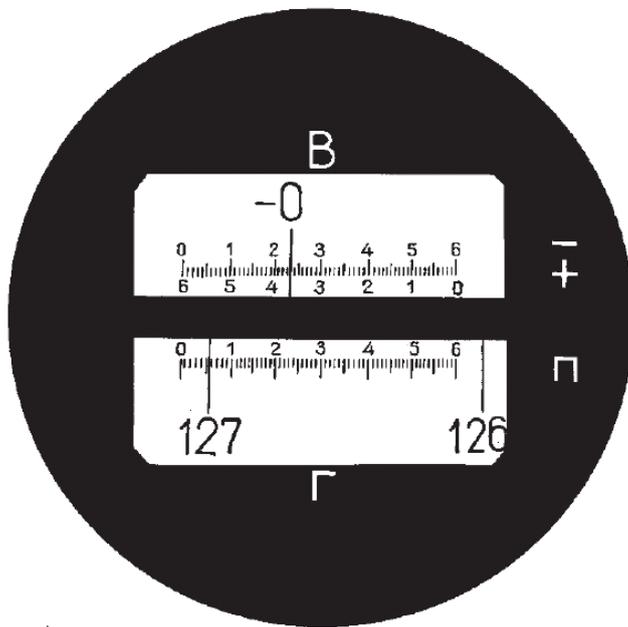
Задание:

Заполнить журнал измерений горизонтальных и вертикальных углов теодолитом 3Т5КП.

Основные понятия

Основные технические характеристики

СКО измерения - горизонтального угла	5''
- вертикального угла	5''
Диапазон работы компенсатора	4'
Цена деления шкалы отсчётного устройства	1'
Точность отсчитывания	0,1'
Цена деления уровней - цилиндрического при алидаде гор. круга	30''
- круглого установочного	5'
Минимальное расстояние визирования (без дополнительных насадок)	1,5м



Гор. угол. $127^{\circ}05,7''$
 Верт. угол. минус $0^{\circ}23,2'$

Показан круг право (КП)

Рис. Поле зрения микроскопа.

Измерение горизонтального угла.

Первый полуприем. Измерения начинают при КП. Для измерения угла закрепляют лимб, открепляют алидаду и трубу и наводят зрительную трубу по оптическому визиру на правую (заднюю) точку. Затем закрепляют зажимные винты алидады и трубы и отфокусировав зрительную трубу (кремальерой) по предмету, выполняют точное визирование с помощью наводящих винтов трубы и алидады. Берут отсчет a по горизонтальному кругу и записывают его в журнал.

Открепив алидаду и трубу, визируют на левую (переднюю) точку и по аналогии с предыдущим берут отсчет b . Значение угла β вычисляют как разность двух отсчетов – правый (задний) минус левый (передний):

$$\beta_{кп} = a1 - b1 \text{ (получив при этом правый по ходу угол).}$$

Второй полуприем. Открепляют лимб и смещают его примерно на 90° , закрепляют лимб. Затем открепляют алидаду и поворачивают ее на 180° , а

Лабораторная работа №4

Лазерный нивелир НЛ-20К, его устройство и работа с ним

Цель работы: - научиться пользоваться лазерным нивелиром НЛ-20К для решения различных прикладных задач, выполнять поверки прибора, получать высотные измерения.

Материалы, приборы и принадлежности – лазерный нивелир НЛ-20К, чертежные инструменты, транспортёр.

Задание:

1. Определить превышение геометрическим нивелированием между несколькими точками в аудитории, используя нивелирную рейку РН-3.
2. Определить угол расхождения сфокусированного лазерного луча.

Основные понятия

Лазерный нивелир НЛ-20К предназначен для геометрического нивелирования технической точности лазерным лучом на строительных площадках. Кроме того, он предназначен также для использования в качестве лазерного зенит-проектира.

Прибор имеет жидкостный компенсатор для автоматической установки лазерных лучей в горизонтальное и вертикальное положение.

В комплект прибора не входит (поставляется отдельно) фотоприёмник, закрепляющийся на нивелирной рейке и позволяющий быстро и точно брать отсчёты по лазерному лучу на предельных расстояниях от нивелира.

Технические характеристики лазерного нивелира НЛ-20К

№ п/п	Технические характеристики	Значения параметров
1	Ср. квадратическая ошибка измерения превышения в радиусе 20 м от нивелира, не более	$\pm 2,5$ мм
2	Предельное отклонение лазерного луча от горизонтальной плоскости в радиусе 20 м от прибора	± 3 мм
3	Предельное отклонение лазерного луча от вертикали на высоте 10 м от прибора	± 1 мм
4	Диапазон работы компенсатора	$\pm 20'$
5	Диапазон рабочих температур	- 20°C до +50°C
6	Длина волны лазерного излучения	650-670 нм
7	Мощность лазерного излучения	1,5 мВт
8	Предельное расстояние до рейки, при работе с фотоприёмником, не менее	65 м

	при работе без фотоприёмника, не менее	30 м
9	Скорость вращения головки лазерного излучателя,	от 0 до 350 об/мин
10	Электропитание, съёмная аккумуляторная батарея с номинальным напряжением	4,8 В
11	Масса нивелира с аккумулятором	1,3 кг

Задание 1. Определить превышение геометрическим нивелированием между несколькими точками в аудитории, используя нивелирную рейку РН-3.

a=

a=

b=

b=

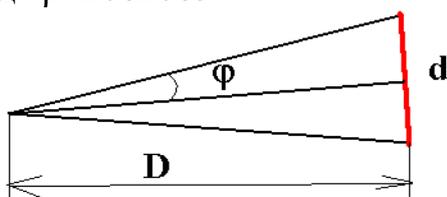
h=a-b=

h=a-b=

Задание 2. Определить угол расхождения сфокусированного лазерного луча.

$$\varphi = \frac{d}{2} \cdot \frac{\rho}{D} =$$

где $\rho=2062065''$



Лабораторная работа № 5

Проверка компенсатора нивелира в полевых условиях

Цель работы: - научиться выполнять проверки прибора.

Материалы, приборы и принадлежности – лазерный нивелир НЛ-20К, чертежные инструменты, транспорт.

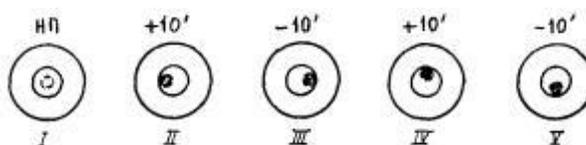
Задание:

1. Определить погрешности работы компенсатора.

В полевых условиях погрешности работы компенсатора проверяют следующим образом.

Нивелир устанавливают в середине створа между двумя рейками, установленными по уровню. Определяют превышения между рейками, при этом наблюдения выполняются сериями, общее число которых должно быть не менее 5. Перед взятием отсчетов по рейкам нивелир наклоняют подъемными винтами по схеме, приведенной на рис.

Для высокоточных нивелиров проверку выполняют при расстояниях между рейками 10, 50, 100 м; для точных нивелиров - 100 и 200 м; для технических - 200 м.



Результаты поверки компенсатора нивелира

Дата:

Нивелир № _____

Время: $t =$

$S =$ _____ м

№ серии измерений	Превышение, мм				
	при положении пузырька уровню в нуль-пункте	при продольном наклоне		при поперечном наклоне	
		+10'	-10'	+10'	-10'
1					
2					
3					
Ср.					
Δh , мм	-				

Результаты полевых измерений при поверке компенсатора нивелира

Положение пузырька	Пикеты	Отсчеты, мм		Превышения h , мм	
		Задний a	Передний b	Вычислен.	Среднее
I	1				
	2				
II	1				
	2				
III	1				
	2				
IV	1				
	2				
V	1				
	2				

При обработке результатов измерений вычисляют превышения между рейками при соответствующих положениях уровня в серии наблюдений и среднее значение превышений, кроме этого вычисляют разности Δh превышений относительно положения уровня в нуль-пункте.

Значения Δh не должны быть более 0,5 мм для высокоточных нивелиров и 3,0 и 5,0 мм для точных и технических нивелиров соответственно.

Лабораторная работа № 6

Передача высотной отметки между этажами здания

Цель работы: - научиться выполнять передачу высотной отметки между этажами здания.

Материалы, приборы и принадлежности – лазерный нивелир, чертежные инструменты, транспортир.

Задание:

1. Определить высотную отметку последующего этажа здания.

Результаты измерений:

a=

c=

b1=

b2=

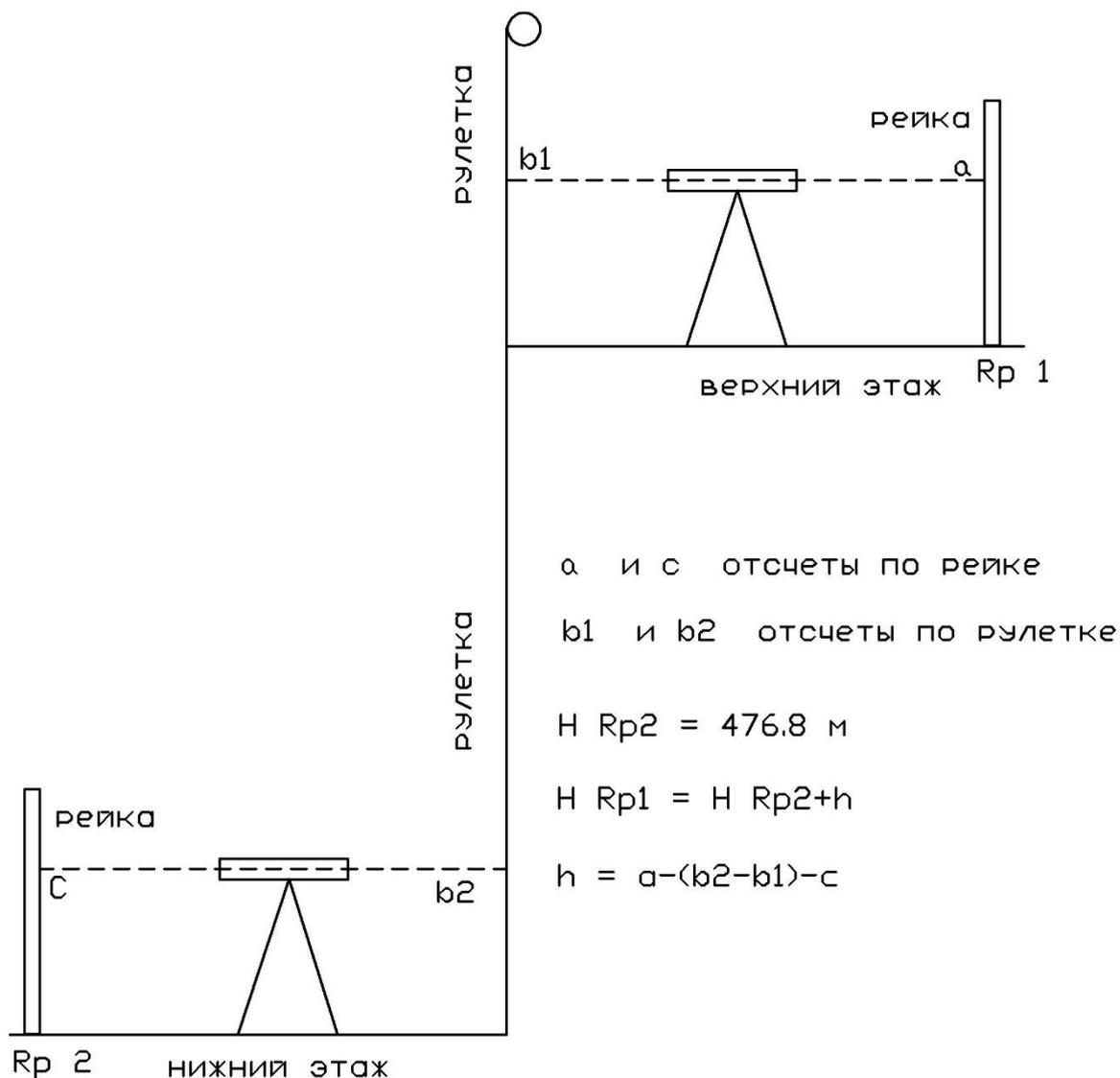
Результаты вычислений

h=

H Rp1 =

Примечание: при вычислениях использовать одни и те же единицы измерения (метры).

Схема измерений



Лабораторная работа № 7

Работа с электронным теодолитом VEGA TEO 20

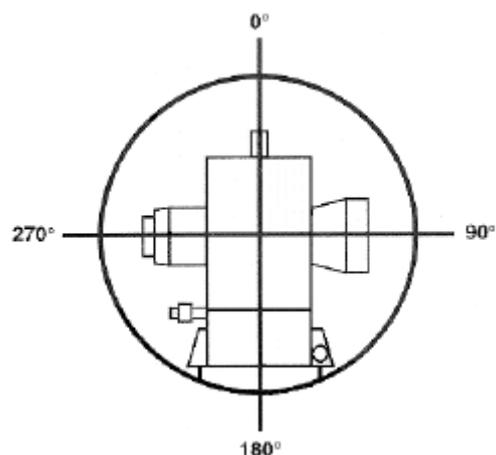
Цель работы: - научиться пользоваться электронным теодолитом типа VEGA TEO 20 для решения различных прикладных задач, выполнять проверки прибора, получать угловые и линейные измерения.

Материалы, приборы и принадлежности – электронный теодолит типа VEGA TEO 20, чертежные инструменты, транспорир.

Задание:

Заполнить журнал измерений горизонтальных и вертикальных углов теодолитом VEGA TEO 20

Основные понятия



Общая схема прибора

Положение отсчетов по вертикальному кругу

Основные обозначения на экране

Обозначение на экране	Функция	Обозначение на экране	Функция
NO 888888	Серийный номер	Shift	Дополнительный режим функциональных клавиш
8888	Дата выпуска	Tilt	Режим работы электронного уровня
V%	Уклон в %	Hold	Удержание отсчета горизонтального угла
V _z	Вертикальный угол (отсчет от зенита)	H ^L	Горизонтальный угол при круге Лево
° ' "	Отображение углов в градусах	H ^R	Горизонтальный угол при круге Право
		g	Отображение углов в гонах

Основные функции клавиш

Клавиша	Функция
	Включение или выключение теодолита
SHIFT	Активизирует дополнительный режим функциональных клавиш
HOLD	Удерживает измеренное значение горизонтального угла
0SET	Устанавливает значение горизонтального угла на 0° 0' 0" (Первая функция) Включает или выключает подсветку дисплея и сетки нитей (Вторая функция)
V/%	Устанавливает режим измерения вертикальных углов: от зенита или уклон в % (Первая функция)
REC	Передает данные на другое оборудование через RS-232C (Вторая функция)

R/L	Устанавливает метод измерения горизонтальных углов: при круге Лево или при круге Право (Первая функция)
UNIT	Устанавливает режим отображения углов: в градусах или гонах (Вторая функция)

Измерение горизонтальных углов

Включите прибор, поверните зрительную трубу и алидаду горизонтального круга теодолита для инициализации прибора (**0**).

Установите направление измерения горизонтальных углов (H_R или H^L).

Установите единицы измерения углов (360° или 400 гон).

Обнулите отсчет горизонтального круга или установите произвольное значение угла (**0SET** или **HOLD**).

Выполните визирование на цель.

Снимите отсчет, отображенный на дисплее.

Измерение вертикальных углов

Установите режим измерения вертикальных углов (зенит V_z , уклон $V\%$).

Выполните визирование на цель.

Снимите отсчет, отображенный на дисплее.

По окончании измерений выключите прибор (**0**).

Примечание: горизонтальный и вертикальный углы могут измеряться одновременно.

Журнал измерения углов теодолитом VEGA TEO 20

Точка стояния	Точка визирования	Горизонтальные углы			Вертикальные углы			
		КЛ	КП	β	КЛ	КП	Место зенита MZ	ν

Основные формулы:

$$\text{Место зенита: } MZ = \frac{KЛ + КП - 360^\circ}{2}$$

$$\text{Угол наклона: } \nu = КП - 270^\circ - MZ = 90^\circ - KЛ + MZ$$

$$\text{Коллимационная ошибка (гор.круг): } c = \frac{H^L - H^R \pm 180^\circ}{2} =$$

Измерение углов способом повторений

Сущность способа заключается в последовательном откладывании на лимбе несколько раз величины измеряемого угла β .

Порядок измерений.

1. Установите направление измерения горизонтальных углов H^L или H^R
2. Наведите на первую (правую или левую) точку
3. Обнулите отсчет горизонтального круга OSET
4. Наведите на вторую (левую или правую) точку
5. Запишите контрольный отсчет по гор. кругу H_1 (β_k) =
6. Нажмите клавишу HOLD
7. Наведите на первую точку (отсчет по гор. кругу не изменяется)
8. Отожмите клавишу HOLD
9. Наведите на вторую точку (отсчет по гор. кругу изменяется)
10. Повторите пункты 6-9 несколько (5-6) раз
11. Запишите конечный отсчет по гор. кругу H_2 =
12. Угол будет равен $\beta = H_2/n$ =

Примечания:

Расхождение между окончательным и контрольным значениями угла не должно превышать полуторной точности отсчетного устройства теодолита:

$$\beta - \beta_k \leq 1,5t = 1,5 \cdot 20'' = 30''$$

При измерении угла n повторениями нуль отсчетного устройства может перейти через нуль лимба (360°) K раз.

Так как каждый такой переход делает необходимым прибавление к заключительному отсчету 360° , то конечное значение горизонтального угла определится из выражения

$$\beta = \frac{H_2 + K \cdot 360^\circ}{n} =$$

где n — число повторений.

Величина K уточняется с использованием контрольного угла β_k по формуле

$$K = \frac{\beta_k \cdot n}{360^\circ}$$

Лабораторная работа № 8

Определение координат точек местности методом прямой угловой засечки

Цель работы: - научиться определять координаты точек местности методом прямой угловой засечки.

Материалы, приборы и принадлежности — исходные данные, чертежные инструменты, транспортир.

Задание:

Необходимо определить координаты X_p , Y_p точки (P) методом угловой засечки от двух исходных точек (1) и (2) (рисунок 1). Результаты вычислений записать в таблицу 3.

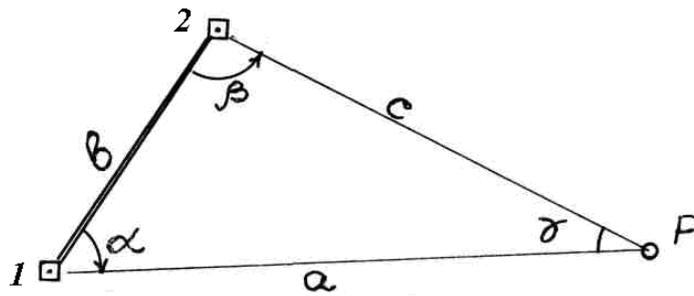


Рисунок 1 - Схема угловой засечки: α, β – измеряемые величины, γ, a, c, b – вычисляемые величины

Исходные данные – координаты точек (1) и (2), углы α, β (см. рис.1), выдаются преподавателем.

Таблица 1- Исходные данные

Исходные точки	Координаты исходных точек		Угол
	X	Y	
1	4758,924	10434,824	$\alpha=25$
2	5061,574	10669,320	$\beta=38$

Порядок вычисления

1. Находим длину базисной (исходной) стороны (b) и дирекционный угол α_{2-1} в следующем порядке:

- определяем $\Delta X = X_1 - X_2 =$

$$\Delta Y = Y_1 - Y_2 =$$

- Определяем длину базисной (исходной) стороны

$$b = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} =$$

- Определяем румб исходной стороны:

$$r_{2-1} = \arctg \left| \frac{\Delta Y}{\Delta X} \right| =$$

- Определяем дирекционный угол α_{2-1} исходной стороны по одной из формул таблицы 2 в соответствии со знаками приращений координат:

Таблица 2- Взаимосвязь румбов и дирекционных углов

Приращения координат	Дирекционный угол			
	$\alpha = r$	$\alpha = 180^\circ - r$	$\alpha_3 = 180^\circ + r$	$\alpha_4 = 360^\circ - r$
Δy	+	+	-	-
Δx	+	-	-	+

$$\alpha_{2-1} =$$

3.2. Определяем дирекционный угол стороны α_{1-2} по формуле

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{2-1} \pm 180^\circ =$$

2. находим третий угол в треугольнике γ по формуле:

$$\gamma = 180^\circ - (\alpha + \beta) =$$

3. По теореме синусов находи стороны a и c :

$$\text{Теорема синусов: } \frac{b}{\sin\gamma} = \frac{a}{\sin\beta} = \frac{c}{\sin\alpha}$$

$$a = \frac{b \cdot \sin\beta}{\sin\gamma} =$$

$$c = \frac{b \cdot \sin\alpha}{\sin\gamma} =$$

4. Производим вычисление координат точки Р с точки (1) в следующем порядке:

- Определяем дирекционный угол стороны 1-Р по формуле

$$\alpha_{1-P} = \alpha_{1-2} + \alpha =$$

- Определяем приращения координат с точки 1 на точку Р

$$\Delta X_{1-P} = a \cdot \cos\alpha_{1-P} =$$

$$\Delta Y_{1-P} = a \cdot \sin\alpha_{1-P} =$$

- Определяем координаты точки Р с точки 1:

$$X_P^1 = X_1 + \Delta X_{1-P} =$$

$$Y_P^1 = Y_1 + \Delta Y_{1-P} =$$

5. Производим вычисление координат точки Р с точки (2) в следующем порядке:

- Определяем дирекционный угол стороны 2-Р по формуле

$$\alpha_{2-P} = \alpha_{2-1} - \beta =$$

- Определяем приращения координат с точки 2 на точку Р

$$\Delta X_{2-P} = c \cdot \cos\alpha_{2-P} =$$

$$\Delta Y_{2-P} = c \cdot \sin\alpha_{2-P} =$$

- Определяем координаты точки Р с точки 2:

$$X_P^2 = X_2 + \Delta X_{2-P} =$$

$$Y_P^2 = Y_2 + \Delta Y_{2-P} =$$

Примечание: Контролем правильности вычислений служит получение одинаковых или близких значений координат точки Р в пунктах 4 и 5.

6. Определяем допустимые расхождения координат точки Р из двух определений

$$m_{xy} = \frac{m_{\alpha}}{\rho'} \cdot S =$$

где $m_{\alpha} = \pm 6'$ - ошибка измерения горизонтального угла;

$$\rho' = 3438'; S = \frac{a + c}{2} =$$

7. Вычисляем фактические расхождения координат и сравниваем их с допустимыми:

$$|X_P^1 - X_P^2| =$$

$$|Y_P^1 - Y_P^2| =$$

8. В случае, если фактические расхождения координат не превышают допустимых, вычисляем окончательные значения координат точки Р:

$$X_P = \frac{X_P^1 + X_P^2}{2} =$$

$$Y_P = \frac{Y_P^1 + Y_P^2}{2} =$$

9. Результаты определения координат точек местности методом прямой угловой засечки записываем в таблицу 3

Таблица 3 - Результаты определения координат точек местности методом прямой угловой засечки

Определяемые координаты, м	От точки 1	От точки 2	Фактические расхождения координат, м	Допустимые расхождения, м	Средние значения, м
$X_P, м$					
$Y_P, м$					

Спутниковый навигационный GPS приёмник GARMIN-eTrex и работа с ним

Цель работы: - научиться определять координаты точек местности спутниковым навигационным GPS приёмником.

Материалы, приборы и принадлежности – спутниковый навигационный GPS приёмник GARMIN-eTrex.

Задание:

Определение географических и прямоугольных координат точек на местности приемником в режиме усреднения.

1. Основные характеристики приемника

Спутниковый навигационный GPS приёмник GARMIN-ETREX предназначен: для определения географических координат (широты и долготы), прямоугольных координат (X, Y) и высотных отметок (H) в режиме абсолютных измерений.

Приёмник GARMIN-ETREX в одном корпусе объединяет: антенну, 12-ти канальный приёмник, микропроцессор, блок памяти, ЖК дисплей, пульт управления и блок батарей электропитания.

GPS приёмник GARMIN-ETREX имеет следующие основные технические характеристики:

№ п.п.	Технические характеристики GARMIN-ETREX	Значения параметров
1	Тип GPS приёмника:	навигационный, одночастотный
2	Точность определения прямоугольных координат: прямоугольных (X, Y) географических координат (широта, долгота)	$\pm(3-5)$ м $\pm 0,1''$
3	Точность высотомера	± 3 м
4	Число каналов одновременного приёма спутниковых сигналов	12
5	Периодичность автоматических измерений и обновления результатов на дисплее	1 секунда
6	Рабочий диапазон температур	от -15°C до 70°C
7	Напряжение электропитания питания: (4x1,5 v AA),	6 вольт
8	Потребляемая мощность	1 ватт
9	Время непрерывной работы от 1-го комплекта батарей	24 часа
10	Габариты приёмника	10,7 x 5,6 x 3,1 см
11	Вес приёмника с комплектом батарей электропитания	159 г

Функциональные особенности GPS приёмника GARMIN-ETREX:

1. Наличие функции усреднения результатов измерений, что повышает точность определения координат;

2. Возможность создания пользовательской системы прямоугольных координат (условной системы координат) и получение результатов измерений в ней

3. Возможность работы в режиме симулятора (тренажёра), что позволяет обучать пользователей работе с GPS приёмником GARMIN-ETREX в аудитории.

2. Настройка пользовательской системы на определение прямоугольных координат в проекции Гаусса-Крюгера на референц-эллипсоиде Красовского производится в следующем порядке:

В подстранице настройки – единицы – формат координат - выбирается пользовательская сетка координат (USER TM), а тип сфероиды можно оставить WGS – 84 (в первом приближении, если неизвестны поправки для перехода к сфероиду Красовского).

Пользовательская сетка координат устанавливается в следующем порядке:

- Устанавливается осевой меридиан шестиградусной зоны: нужно разделить долготу любой измеренной точки в градусах на 6, целую часть результата умножить на 3° и к полученному результату прибавить 3° .
- Например: $104^\circ/6=17,33^\circ$, $17^\circ \times 3^\circ + 3^\circ = 105^\circ$ (для Иркутской области)
- Указать масштаб, равным 1,000000
- Сдвиг по оси Y (или на восток) 500 000 м
- Сдвиг по оси X (или на север) 0 м.

Для более точной настройки необходимо производить определения спутниковым приёмником прямоугольных координат на геодезическом пункте, координаты которого известны в системе СК-95 и найти поправки (сдвиги) по осям координат Y и X. Затем эти поправки необходимо ввести в установленные в приёмнике значения начал координат по оси Y и по оси X. Тогда точность определения координат спутниковым приёмником в системе СК-95 будет зависеть только от точности самого приёмника.

3. Определение географических и прямоугольных координат точек на местности приёмником в режиме усреднения.

На местности с помощью приёмника определяются на точках следующие показания:

число видимых спутников,

n =

средняя квадратическая ошибка,

DOP =

географические координаты,

$\varphi =$

$\lambda =$

прямоугольные координаты в пользовательской системе координат,

X

Y=

Высота эллипсоидальная

R. =

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.1 Основная литература

1. Геодезия : учеб. для вузов / В. Ф. Перфилов, Р. Н. Скогорева, Н. В. Усова . - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2006. - 350 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 347. - ISBN 5-06-004818-7

2. Геодезия: учеб. для вузов по спец. 120301 "Землеустройство", 120302 "Земельный кадастр", 120303 "Городской кадастр" / А. В. Маслов, А. В. Гордеев, Ю. Г. Батраков. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : КолосС, 2006. - 598 с. : ил. ; 21 см. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). - Библиогр.: с. 587. - Предм. указ.: с. 588-591 . - ISBN 5-9532-0318

3. Геодезия: учеб. пособие для вузов / Г. Г. Поклад, С. П. Гриднев. - М. : Академический Проект, 2007. - 590 с. : ил. ; 25 см. - (Gaudeamus) (Учебное пособие для вузов). - Библиогр.: с. 573-574. - Предм. указ.: с. 575-580 . - ISBN 5-8291-0781-3

4. Геодезия: учеб. пособие для вузов / Г. Г. Поклад, С. П. Гриднев. - 2-е изд. - М. : Академический Проект, 2008. - 590 с. : ил. ; 25 см. - (Gaudeamus). - Библиогр.: с. 573-574. - Предм. указ.: с. 575-580 . - ISBN 978-5-8291-1012-3

5. Маслов, А. В. Геодезия [Электронный ресурс] : [учебник] / Гордеев А.В., Батраков Ю.Г., Маслов А.В., 2008. - 599 с. - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/227291>

6. Неумывакин, Юрий Кириллович. Земельно-кадастровые геодезические работы : учеб. для вузов по спец. 311100 "Земельный кадастр" и по направлению 650500 "Землеустройство и земельный кадастр" / Ю. К. Неумывакин, М. И. Перский, 2006. - 183 с.

8.1.2 Дополнительная литература

1. Геодезия : обработка результатов измерений [Текст] : учеб. пособие для вузов, колледжей, техникумов / И. Ф. Куштин. - М. ; Ростов н/Д : МарТ, 2007. - 284 с. : ил. ; 22 см. - (Учебный курс). - . - ISBN 5-241-00711-3

2. Геодезия и топография [Текст] : учеб. для вузов / Г. Д. Курошев, Л. Е. Смирнов. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2008. - 174 с. ; 22 см. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 168. - Предм. указ.: с. 169--171. - ISBN 978-5-7965-4881-9

3. Геодезия с основами кадастра [Текст] : учеб. для вузов по направлению "Архитектура" : допущено УМО / Е. В. Золотова, Р. Н. Скогорева. - М. : Академический проект : Трикта, 2011. - 413 с. ; 22 см. - (Gaudeamus : Библиотека геодезиста и картографа) (Учебники для вузов). - Библиогр.: с. 407. - ISBN 978-5-8291-1246-2. - ISBN 978-5-904954-04-8

4. Землеустройство с основами геодезии [Текст] : учеб. для вузов / Н. Н. Дубенок, А. С. Шуляк ; под ред. Б. Б. Шумакова. - М. : КолосС, 2003. - 320 с. : ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). - ISBN 5-9532-0001-3

5. Практикум по геодезии [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. К. Неумывакин. - М. : КолосС, 2008. - 318 с. : ил. ; 22 см. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). - Библиогр.: с. 311. - Предм. указ.: с. 312-313. - ISBN 978-5-9532-0481-1

6. Практикум по геодезии [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению 120300 - Землеустройство и земельный кадастр и спец. 120301 - Землеустройство, 120302 - Земельный кадастр, 120303 - Городской кадастр : рек. учеб.-метод. об-нием / Г. Г. Поклад [и др.] ; под ред. Г. Г. Поклада. - М. : Академический Проект : Трикста, 2011. - 486 с. - (Учебное пособие для вузов) (Gaudeamus : Библиотека геодезиста и картографа). - Библиогр.: с. 475-476. - Предм. указ.: с. 477-480. - ISBN 978-5-8291-1253-0. - ISBN 978-5-904954-05-5

7. Картография [Текст] : учеб. для вузов : рек. УМО / В. П. Давыдов, Д. М. Петров, Т. Ю. Терещенко ; под ред. Ю. И. Беспалова. - СПб. : Проспект Науки, 2010. - 207 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 206-210. - ISBN 978-5-903090-44-0

8. Основы геодезии и топографии [Текст] : учеб. для вузов по направлению 250400 - "Технология лесозаготовительных и лесобрабатывающих пр-в" : рек. Учеб.-метод. об-нием / Б. Н. Дьяков, В. Ф. Ковязин, А. Н. Соловьев ; под ред. Б. Н. Дьякова. - СПб. : Лань, 2011. - 271 с. ; 21 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 268. - ISBN 978-5-8114-1193-1

9. Инженерная геодезия : учеб. для вузов / Е. Б. Ключин [и др.] ; под ред. Д. Ш. Михелева, 2000. - 464 с

10. Федотов, Григорий Афанасьевич. Инженерная геодезия : учеб. для вузов : допущено Учеб.-метод. об-нием / Г. А. Федотов, 2002. - 463 с.

8.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. geodesy.net.ru - Сайт посвящен геодезии и всему, что с ней связано
2. geo-book.ru - Учебные пособия по геодезии
3. www.trimble.com – официальный сайт компании Trimble; <http://trl.trimble.com/dscgi/ds.py/Get/File-29893/SetupPlanning.exe> – программа для планирования GPS наблюдений;
4. <http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/index.shtml> – NGS калибровка GPS/GLONASS антенн; <http://www.navcen.uscg.gov/Ftp/gps/status.txt>

8.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Основные положения по созданию топографических планов масштабов 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 и 1:500 (ГКИНП-118). Утверждены ГУГК и ВТУ 23.03.70 г. – М. ГУГК, 1970, издание второе, исправленное и дополненное. Глава 11 утверждена ГУГК и ВТУ 28.03.79 г. – М., ГУГК, 1979 (сфера действия общеобязательная).
2. Основные положения по созданию и обновлению топографических карт масштабов 1:1 000, 1:2 000, 1:5 000, 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 (ГКИНП-05-029-84). Утверждены ГУГК и ВТУ 25.06.84 г. – М., РИО ВТС, 1984 (сфера действия общеобязательная).
3. Основные положения по выбору масштаба и высоты сечения рельефа топографических съёмок населенных пунктов (ГКИНП-31). Утверждены ГУГК 29.05.78 г. и ВТУ. – М., Недра, 1980 (сфера действия общеобязательная).
4. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 и 1:500 (ГКИНП-02-049-86). Утверждены ГУГК 25.11.86 г. – М., Недра, 1989 (сфера действия общеобязательная).
5. Основные положения о Государственной геодезической сети. Утверждены Госгео-дезией СССР 20 ноября 1991 г. (сфера действия общеобязательная).
6. Инструкция о порядке контроля и приемки геодезических, топографических и картографических работ (ГКИНП (ГНТА)-17-004-99). Утверждена Роскартографией 29.06.99 г. – М., ЦНИИГАиК, 1999 (сфера действия общеобязательная).
7. Инструкция о порядке осуществления государственного геодезического надзора в Российской Федерации (ГКИНП-17-002-93). Утверждена Роскартографией 15.10.93 г. Гос. рег. номер 425 от 08.12.93. – М., Роскартография, 1993 (сфера действия общеобязательная).
8. Руководство по топографическим съёмкам в масштабах 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 и 1:500. Высотные сети (ГКИНП-38). – М., Недра, 1976 (сфера действия общеобязательная).
9. Инструкция по составлению технических отчётов о геодезических, астрономических, гравиметрических и топографических работах (ГКИНП-5). Утверждена ГУГК, согласована с ВТУ. – 3-е издание, дополненное и исправленное. – М., Недра, 1971, ДСП (сфера действия общеобязательная).
10. Инструкция по топографическим съёмкам в масштабах 1:10 000 и 1:25 000. поле-вые работы (ГКИНП-34). Утверждена ГУГК 26.04.77 г. – М., Недра, 1978 (сфера действия общеобязательная).
11. Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 и 1:500 (ГКИНП-02-033-83). Утверждена ГУГК 05.10.79 г. Введена в действие с 01.01.83 г. с поправками, утвержденными ГУГК 09.09.82 г. (приказ № 436п). – М., Недра, 1982 (сфера действия общеобязательная).
12. Инструкция об охране геодезических пунктов (ГКИНП-ГНТА-07-011-84).

13. Инструкция по полигонометрии и трилатерации. - М., Недра, 1976.
14. Инструкция о порядке разработки и утверждения нормативно-технических и методических актов на производство топографо-геодезических и картографических работ на территории Российской Федерации ГКИНП (ГНТА)-119-94. Утверждена Роскартографией 04.03.94 г. – М., ЦНИИГАиК, 1994.
15. Инструкция по развитию съёмочного обоснования и съёмке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS. ГКИНП (ОНТА) – 02-262-02. Москва, 2002.
16. Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/ GPS. ГКИНП (ОНТА) – 01-271-03. Москва, 2003.
17. Спутниковая технология геодезических работ. Термины и определения. (РТМ 68-14-01) Москва, 2001.