

Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный  
университет»  
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)

---



/ И.Ю. Петрова /

(подпись) И. О. Ф.

«25» апреля 2019г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Наименование дисциплины

Высшая геодезия и основы координатно-временных систем

---

*(указывается наименование в соответствии с учебным планом)*

### По специальности

21.05.01 «Прикладная геодезия»

---

*(указывается наименование специальности в соответствии с ФГОС ВО)*

### Специализация

«Инженерная геодезия»

---

*(указывается наименование специализации в соответствии с ОПОП)*

### Кафедра

«Геодезия, кадастровый учет»

---

Квалификация выпускника инженер-геодезист


Астрахань - 2019

**Разработчик:**


Ст. преподаватель \_\_\_\_\_  
(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

  
(подпись) /Лукаржевский С.Т./  
И. О. Ф.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Геодезия, кадастровый учет» протокол № 8 от 17.04.19г.


Заведующий кафедрой   
(подпись) /С.П.Стрелков/  
И. О. Ф.

**Согласовано:**

Председатель МКС «Прикладная геодезия»  
специализация «Инженерная геодезия»   
(подпись) /Т.Н.Кобзева/  
И. О. Ф.

Начальник УМУ   
(подпись) /И.В.Аксютина/  
И. О. Ф.

Специалист УМУ   
(подпись) /Э.Э.Кильмухамедова/  
И. О. Ф.

Начальник УИТ   
(подпись) /С.В.Пригаро/  
И. О. Ф.

Заведующая научной библиотекой   
(подпись) /Р.С.Хайдикешова/  
И. О. Ф.

	программы	
3.	Место дисциплины в структуре ООП специалитета	4
4.	Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
5.	Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	6
5.1.	Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)	6
5.1.1.	Очная форма обучения	6
5.1.2.	Заочная форма обучения	7
5.2.	Содержание дисциплины, структурированное по разделам	8
5.2.1.	Содержание лекционных занятий	8
5.2.2.	Содержание лабораторных занятий	9
5.2.3.	Содержание практических занятий	9
5.2.4.	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
5.2.5.	Темы контрольных работ (разделы дисциплины)	11
5.2.6.	Темы курсовых проектов/курсовых работ	11
6.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
7.	Образовательные технологии	12
8.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	13
8.1.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	13
8.2.	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения	14
8.3.	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины	14
9.	Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	15
10.	Особенности организации обучения по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	16

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

**Цель освоения дисциплины** «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем»: обеспечение фундаментальной, теоретической и практической подготовки студентов в области высокоточных геодезических работ.

**Задачами дисциплины являются:**

- формирование готовности к применению инженерно-геодезических приборов и систем при проведении полевых и камеральных работ по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных, гравиметрических сетей и координатных построений специального назначения;
- получение практических навыков разработки проектно-технической документации и нормативных документов при подготовке и выполнении инженерно-геодезических работ на основе научных исследований;
- изучение совместной математической обработки результатов разнородных измерений в гравитационном поле Земли для определения положения отдельных точек.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ПК – 21 - готовностью к разработке нормативно-технических документов по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований;

ПСК – 1.2 - готовностью к эксплуатации специальных инженерно-геодезических приборов и систем при выполнении инженерно-геодезических и маркшейдерских работ.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:**

**знать:**

- нормативно-технические документы по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований (ПК-21);
- геодезические приборы и системы при выполнении инженерно-геодезических и маркшейдерских работ (ПСК-1.2).

**уметь:**

- работать с нормативно-техническими документами по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований (ПК-21);
- работать с высокоточными геодезическими приборами (ПСК-1.2).

**владеть:**

- готовностью к разработке нормативно-технических документов по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований (ПК-21);
- методами обработки данных измерений высокоточными геодезическими приборами (ПСК-1.2).

## **3. Место дисциплины в структуре ООП специалитета**

Дисциплина Б.1.Б.18. «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» реализуется в рамках базовой части Блока 1 «Дисциплины».

**Дисциплина базируется на результатах обучения, полученных в рамках изучения следующих дисциплин:** «Математика», «Физика», «Геодезия», «Теория математической обработки геодезических измерений».

## **4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

<b>Форма обучения</b>	<b>Очная</b>	<b>Заочная</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	6 семестр – 4 з.е.; 7 семестр – 3 з.е.; <b>всего – 7 з.е.</b>	7 семестр – 3 з.е.; 8 семестр – 4 з.е.; <b>всего – 7 з.е.</b>
<b>Аудиторных (включая контактную работу обучающихся с преподавателем) часов (всего) по учебному плану:</b>		
Лекции (Л)	6 семестр – 36 часов; 7 семестр – 18 часов; <b>всего - 54 часа</b>	7 семестр – 4 часа; 8 семестр – 4 часа; <b>всего - 8 часов</b>
Лабораторные занятия (ЛЗ)	6 семестр – 18 часов; 7 семестр – 18 часов; <b>всего - 36 часов</b>	7 семестр – 4 часа; 8 семестр – 4 часа; <b>всего - 8 часов</b>
Практические занятия (ПЗ)	6 семестр – 18 часов; 7 семестр – 16 часов; <b>всего - 34 часа</b>	7 семестр – 4 часа; 8 семестр – 4 часа; <b>всего - 8 часов</b>
Самостоятельная работа студента (СРС)	6 семестр – 72 часа; 7 семестр – 56 часов; <b>всего - 128 часов</b>	7 семестр – 96 часов; 8 семестр – 132 часа; <b>всего - 228 часов</b>
<b>Форма текущего контроля:</b>		
Контрольная работа №1	семестр – 6	семестр – 7
Контрольная работа №2	семестр – 7	семестр – 8
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>		
Экзамены	семестр – 7	семестр – 8
Зачет	семестр – 6	семестр – 7
Зачет с оценкой	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовая работа	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовой проект	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>

**5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

**5.1.1. Очная форма обучения**

№ п/п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы				Форма промежуточной аттестации и текущего контроля
				контактная			СРС	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Системы координат в геодезии	18	6	6	-	-	12	Контрольная работа №1, зачет
2.	Государственные геодезические сети	42	6	6	-	8	28	
3.	Уравнивание геодезических сетей	56	6	12	18	10	16	
4.	Внешнее гравитационное поле Земли	14	6	6	-	-	8	
5.	Теория высот	14	6	6	-	-	8	
6.	Высокоточное геометрическое нивелирование	52	7	6	18	-	28	Контрольная работа №2, экзамен
7.	Сфероидическая геодезия	42	7	8	-	16	18	
8.	Геодезия в геодинاميке	14	7	4	-	-	10	
<b>Итого:</b>		<b>252</b>	<b>-</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>128</b>	<b>-</b>

### 5.1.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы				СРС	Форма промежуточной аттестации и текущего контроля
				контактная			СРС		
				Л	ЛЗ	ПЗ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1.	Системы координат в геодезии	18	7	1	-	-	17	Контрольная работа №1, зачет	
2.	Государственные геодезические сети	24	7	1	-	2	21		
3.	Уравнивание геодезических сетей	38	7	1	4	2	31		
4.	Внешнее гравитационное поле Земли	14	7	0,5	-	-	13,5		
5.	Теория высот	14	7	0,5	-	-	13,5		
6.	Высокоточное геометрическое нивелирование	70	8	1	4		65	Контрольная работа №2, экзамен	
7.	Сфероидическая геодезия	60	8	2	-	4	54		
8.	Геодезия в геодинاميке	14	8	1	-	-	13		
<b>Итого:</b>		<b>252</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>228</b>	<b>-</b>	

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам

### 5.2.1. Содержание лекционных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Системы координат в геодезии	Введение в высшую геодезию. Параметры земного эллипсоида. Системы координат, используемые в высшей геодезии. Общеземные системы координат. Главные геодезические задачи. Решение главных геодезических задач на поверхности эллипсоида.
2.	Государственные геодезические сети	Общие сведения о государственных геодезических сетях. Геодезические сети специального назначения. Нормативно-правовые акты, регулирующие геодезическую деятельность.
3.	Уравнивание геодезических сетей	Классификация современных высокоточных приборов. Способы измерений горизонтальных углов и зенитных расстояний. Основные ошибки при измерении высокоточными угломерными приборами. Меры по уменьшению влияния инструментальных ошибок на угловые измерения. Источники ошибок при высокоточных угловых измерениях: рефракция световых лучей, фазы визирных целей. Элементы приведения. Определение элементов приведений на пункте. Общие соображения об уравнивании опорных геодезических сетей. Уравнивание угловых измерений на станции. Предварительные вычисления. Условные уравнения и их использование при оценке качества геодезических измерений. Уравнения поправок для измеренных направлений и углов. Оценка
4.	Внешнее гравитационное поле Земли	Основные определения. Нормальное гравитационное поле Земли. Аномальное гравитационное поле и его характеристики. Способы представления информации о гравитационном поле.
5.	Теория высот	Системы высот в геодезии. Ортометрическая высота и высота геоида. Нормальная высота и высота квазигеоида. Высокоточные нивелиры и инварные рейки, их устройство и исследование. Методика нивелирования I и II классов в России. Опыт
6.	Высокоточное геометрическое нивелирование	Классификация и назначение нивелирных сетей. Схема построения современной государственной нивелирной сети. Понятие о системах высот, применяемых в геодезии. Классификация нивелирных знаков. Высокоточные нивелиры, рейки и их поверки и исследования. Источники ошибок при высокоточном нивелировании и методы ослабления их влияния. Методика высокоточного нивелирования. Контроли на станции и по секции. Предварительная обработка результатов высокоточного нивелирования. Оценка точности результатов высокоточного нивелирования.
7.	Сфероидическая геодезия	Параметры земного эллипсоида. Системы координат, используемые в сфероидической геодезии. Радиусы кривизны эллипсоида. Длины дуг меридианов и параллелей. Взаимные нормальные сечения. Геодезическая линия. Общие сведения о методах решения малых сфероидических треугольников. Способы Лежандра и аддитаментов. Главные геодезические задачи, точность их решения. Основные дифференциальные



		положенные в основу решения главных геодезических задач на эллипсоиде. Основные соображения о выборе системы координат при обработке локальных высокоточных геодезических сетей. Редукция расстояний и направлений с поверхности эллипсоида на плоскость в проекции Гаусса–Крюгера. Поправка за кривизну изображения геодезической линии на плоскости. Сближение меридианов. Проекция эллипсоида на плоскость, применяемые в других странах.
8.	Геодезия в геодинاميке	Классификация геодинاميческих явлений. Геодезические сети для мониторинга земной поверхности. Мониторинг экономически и социально значимых объектов методами высшей геодезии.

### 5.2.2. Содержание лабораторных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Уравнивание геодезических сетей	Ознакомление с высокоточными геодезическими угломерными приборами. Исследования угломерных приборов. Измерение направлений угломерными приборами методом круговых приемов. Измерение направлений угломерными приборами методом Шрейбера. Обработка журналов полевых измерений. Работа с GPS приемниками.
2.	Высокоточное геометрическое нивелирование	Знакомство с высокоточным нивелиром Н-05. Определение цены деления цилиндрического уровня по рейке. Выполнение программы наблюдений по методике нивелирования II класса.

### 5.2.3. Содержание практических занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Государственные геодезические сети	Схема и программа построения государственной геодезической сети России. Проектирование и рекогносцировка геодезических сетей. Оценка точности построения геодезических сетей.
2.	Уравнивание геодезических сетей	Предварительные вычисления в триангуляции. Решение треугольников. Определение элементов приведения. Определение координат пунктов. Уравнивание сети. Редуцирование на эллипсоид.
3.	Сфероидическая геодезия	Определение параметров земного эллипсоида и прямоугольных координат точек. Вычисление длины дуги меридиана и параллелей. Решение сферического треугольника. Вычисление плоских прямоугольных координат X,Y по геодезическим координатам B,L. Вычисление геодезических координат B,L по плоским прямоугольным координатам X,Y.

#### 5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

##### Очная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1.	Системы координат в геодезии	Изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку. Подготовка к зачету.	[1], [2], [3], [5], [6], [10]
2.	Государственные геодезические сети	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: «Схема и программа построения государственной геодезической сети России. Проектирование и рекогносцировка геодезических сетей. Оценка точности построения геодезических сетей». Подготовка к зачету.	[2], [3], [7], [10]
3.	Уравнивание геодезических сетей	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: «Предварительные вычисления в триангуляции. Решение треугольников. Определение элементов приведения. Определение координат пунктов. Уравнивание сети. Редуцирование на эллипсоид». Подготовка к лабораторным занятиям по следующим темам: «Ознакомление с высокоточными геодезическими угломерными приборами. Исследования угломерных приборов. Измерение направлений угломерными приборами методом круговых приемов. Измерение направлений угломерными приборами методом Шрейбера. Обработка журналов полевых измерений. Работа с GPS приемниками». Подготовка к контрольной работе №1	[2], [3], [7], [9]
4.	Внешнее гравитационное поле Земли	Подготовка к зачету.	[2], [3], [5]
5.	Теория высот	Подготовка к зачету.	[2], [3], [4], [5], [6]
6.	Высокоточное геометрическое нивелирование	Подготовка к лабораторным занятиям по следующим темам: «Знакомство с высокоточным нивелиром Н-05. Определение цены деления цилиндрического уровня по рейке. Выполнение программы наблюдений по методике нивелирования II класса». Подготовка к экзамену.	[1], [2], [3], [4], [5]

7.	Сфероидическая геодезия	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: «Определение параметров земного эллипсоида и прямоугольных координат точек. Вычисление длины дуги меридиана и параллелей. Решение сферического треугольника. Вычисление плоских прямоугольных координат X,Y по геодезическим координатам B,L. Вычисление геодезических координат B,L по плоским прямоугольным координатам X,Y». Подготовка к контрольной работе №2.	[2], [3], [5], [8]
8.	Геодезия в геодинатике	Подготовка к тестированию. Подготовка к экзамену.	[2], [3], [5], [10]

### Заочная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1.	Системы координат в геодезии	Изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку. Подготовка к зачету.	[1], [2], [3], [5], [6], [10]
2.	Государственные геодезические сети	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к зачету.	[2], [3], [7], [10]
3.	Уравнивание геодезических сетей	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторному занятию. Подготовка к контрольной работе №1. Подготовка к зачету.	[2], [3], [7], [9]
4.	Внешнее гравитационное поле Земли	Подготовка к зачету.	[2], [3], [5]
5.	Теория высот	Подготовка к зачету.	[2], [3], [4], [5], [6]
6.	Высокоточное геометрическое нивелирование	Подготовка к лабораторному занятию. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [3], [4], [5]
7.	Сфероидическая геодезия	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к контрольной работе №2. Подготовка к экзамену.	[2], [3], [5], [8]
8.	Геодезия в геодинатике	Подготовка к экзамену.	[2], [3], [5], [10]

#### 5.2.5. Темы контрольных работ

1. «Оценка точности построения сети триангуляции, предварительные вычисления и уравнивание угловых измерений на станции».
2. «Определение параметров эллипсоида, длины дуги меридиана и параллели. Решение сфероидического треугольника по способу Лежандра и способу аддитаментов».

#### 5.2.6. Темы курсовых проектов/ курсовых работ

Учебным планом не предусмотрены.

## 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебной работы	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно. Фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; отмечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, отметить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Лабораторные занятия	Методические указания по выполнению лабораторных занятий.
Практические занятия	Проработка рабочей программы. Уделить особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по
Самостоятельная работа / индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу
Подготовка к экзамену (зачету)	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

## 7. Образовательные технологии

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем».

### Традиционные образовательные технологии

Дисциплина «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» проводится с использованием традиционных образовательных технологий ориентирующиеся на организацию учебного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения), учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер. Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторное занятие – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

## **Интерактивные технологии**

По дисциплине «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» лекционные занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Лекция-визуализация - представляет собой визуальную форму подачи лекционного материала средствами ТСО или аудио-видеотехники (видео-лекция). Чтение такой лекции сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов (в виде схем, таблиц, графов, графиков, моделей). Лекция-визуализация помогает студентам преобразовывать лекционный материал в визуальную форму, что способствует формированию у них профессионального мышления за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов.

По дисциплине «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» лабораторные и практические занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Работа в малых группах – это одна из самых популярных стратегий, так как она дает всем обучающимся (в том числе и стеснительным) возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия). Все это часто бывает невозможно в большом коллективе.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

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

#### ***а) основная учебная литература:***

1. Куштин И.Ф. Геодезия [Текст]: учебно-практическое пособие / И.Ф. Куштин. – Ростов н/Д: Феникс, 2009.
2. Закатов П.С. Курс высшей геодезии [Электронный ресурс]/ П.С. Закатов. – Москва: Недра, 1976.; –URL: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=447979](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=447979)

#### ***б) дополнительная учебная литература:***

3. Ассур В.Л. Высшая геодезия [Текст]: учебник / В.Л. Асур, М.Н. Кутузов, М.М. Муравин. – Москва: Недра, 1979.
4. Дементьев В.Е. Современная геодезическая техника и ее применение [Текст]: учебное пособие для вузов/ В.Е. Дементьев. – Москва: Академический проект, 2008.
5. Лазарев Г.Е. Основы высшей геодезии [Текст]: учебное пособие/ Г.Е. Лазарев, Е.М. Самошкин. – Москва: Недра, 1980.
6. Поклад Г.Г. Геодезия [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. – Москва: Академический Проект, 2013 г.; –URL: <http://www.iprbookshop.ru/60128.html>.

#### ***в) перечень учебно-методического обеспечения:***

7. Шавула В.А. Методические указания к практическим занятиям на тему «Опорные геодезические сети». – Астрахань: АГАСУ, 2017. – 26 с.; <http://edu.aucu.ru>
8. Шавула В.А. Методические указания к практическим занятиям на тему «Решение задач сферической геодезии». – Астрахань: АГАСУ, 2017. – 14 с.; <http://edu.aucu.ru>
9. Шавула В.А. Методические указания к практическим занятиям на тему «Уравнивание угловых измерений на станции. Предварительные вычисления в триангуляции». – Астрахань: АГАСУ, 2017. – 19 с.; <http://edu.aucu.ru>

**д) периодические издания:**

10. Геодезия и картография [Текст]: науч.-техн. и произв. журн. / учредитель ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД». – Москва, 2016. (6-12вып.), 2017. (1-6 вып.). - ISSN 0016-7126.

**8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения**

- Microsoft Imagine Premium Renewed Subscription;
- Office Pro+ Dev SL A Each Academic;
- Apache Open Office;
- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader DC;
- Internet Explorer;
- Google Chrome;
- Mozilla Firefox;
- Dr.Web Desktop Security Suite

**8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

Электронная информационно-образовательная среда Университета, включающая в себя:

1. Образовательный портал (<http://edu.aucsu.ru>).

Системы интернет-тестирования:

2. Единый портал интернет-тестирования в сфере образования. Информационно-аналитическое сопровождение тестирования студентов по дисциплинам профессионального образования в рамках проекта «Интернет-тренажеры в сфере образования» (<http://i-exam.ru>).

Электронно-библиотечные системы:

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» (<https://biblioclub.ru/>);

4. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<https://www.iprbookshop.ru/>).

Электронные базы данных:

5. Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru/>).

**9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Аудитория для лекционных занятий Учебный корпус №10, ул. Татищева, 18б, литер Е, аудитория №206	<b>№206, учебный корпус №10</b> Комплект учебной мебели Компьютеры, проектор, экран Интерактивная доска
2	Аудитория для лабораторных занятий Учебный корпус №10, ул. Татищева, 18б, литер Е, аудитория №206	Геодезические приборы и инструменты: Нивелиры: 3Н-3КЛ, Н-3, Н-3КЛ, НВ-1, SOKKIA С4 10, SETLAT-24D, нивелир лазерный - НЛ-20К.
3	Аудитория для практических занятий Учебный корпус №10, ул. Татищева, 18б, литер Е, аудитория №206	Теодолиты: ТТ4, Т30, 4Т15П, 4Т30П, 2Т5, 2Т5К, 2Т30, 2Т30П, SOKKIA ST STRATUS. Электронный теодолит VEGA ТЕО-20. Тахеометр СХ-105.
4	Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций Учебный корпус №10, ул. Татищева, 18б, литер Е, аудитория №206	Тахеометр SOKKIA СХ-105, штатив, отражатель VEGA SPO2Т. Веха телескопическая, ручной лазерный дальномер DISTOClassik, кипрегели, эклиметры, рулетки геодезические 50 м., ленты металлические геодезические, линейка Дробышева, рейки геодезические, фиброглассовая лента в открытом и закрытом пластиковом корпусе, трассокабелеискатель, штативы, курвиметры механические, эскеры, рейки нивелирные телескопические SOKKIA ST STRATUS
5	Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации Учебный корпус №10, ул. Татищева, 18б, литер Е, аудитория №206	Тахеометр SOKKIA СХ-105, штатив, отражатель VEGA SPO2Т. Веха телескопическая, ручной лазерный дальномер DISTOClassik, кипрегели, эклиметры, рулетки геодезические 50 м., ленты металлические геодезические, линейка Дробышева, рейки геодезические, фиброглассовая лента в открытом и закрытом пластиковом корпусе, трассокабелеискатель, штативы, курвиметры механические, эскеры, рейки нивелирные телескопические SOKKIA ST STRATUS
6	Аудитория для самостоятельной работы Главный учебный корпус, ул. Татищева, 18, литер А, ауд. №207, 209, 211, 312	<b>№207, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры - 16 шт. Телевизор
	Учебный корпус №10, ул. Татищева, 18б, литер Е, аудитория №303	<b>№209, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры - 16 шт. Графические планшеты – 16 шт. Проектор, экран настенный, ноутбук
		<b>№211, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры - 16 шт. Телевизор – 1шт.
		<b>№312, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры - 14 шт.
		<b>№303, учебный корпус №10</b> Комплект учебной мебели Компьютеры – 13 шт. Проектор, экран Учебно-наглядные пособия
7	Аудитория для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Учебный корпус №10, ул. Татищева, 18б, литер Е, аудитория №211	<b>№211, учебный корпус №10</b> Стеллажи, геодезические приборы и оборудование, инструменты для профилактики геодезического оборудования

**10. Особенности организации обучения по дисциплине «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления дисциплина «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальных особенностей).



**Лист внесения дополнений и изменений  
в рабочую программу учебной дисциплины  
«Высшая геодезия и основы координатно-временных систем»**  
(наименование дисциплины)

**на 20\_\_ - 20\_\_ учебный год**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры «Геодезия, экспертиза и управление недвижимостью, кадастр», протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
ученая степень, ученое звание                      подпись                      И.О. Фамилия

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

Составители изменений и дополнений:

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
ученая степень, ученое звание                      подпись                      И.О. Фамилия

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
ученая степень, ученое звание                      подпись                      И.О. Фамилия

Председатель методической комиссии  
специальности «Прикладная геодезия»

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
ученая степень, ученое звание                      подпись                      И.О. Фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## РЕЦЕНЗИЯ

**на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине  
«Высшая геодезия и основы координатно-временных систем»  
ОПОП ВО по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия»,  
специализация «Инженерная геодезия»  
по программе специалитета**

Мироновым Николаем Александровичем (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» ОПОП ВО по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», по программе специалитета, разработанной в ГАОУ АО ВО "Астраханский государственный архитектурно-строительный университет", на кафедре «Геодезия, кадастровый учет» (разработчик – ст. преподаватель Лукаржевский С.Т.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 7 июня 2016 № 674 и зарегистрированного в Минюсте России от 22 июня 2016 г. № 42596.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к *базовой* части Блок 1 «Дисциплины( модули)».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», специализации «Инженерная геодезия».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» закреплены **2 компетенции**, которые реализуются в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности.

Учебная дисциплина «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», специализация «Инженерная геодезия» и возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестация знаний **специалиста**, предусмотренная Программой, осуществляется в форме **зачета и экзамена**. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», специализация «Инженерная геодезия».

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия» и специфике дисциплины «Высшая геодезия

и основы координатно-временных систем» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы специальности **21.05.01. «Прикладная геодезия»** разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в Программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой «Геодезия, кадастровый учет» материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по данной специальности.

Оценочные и методические материалы по дисциплине «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» представлены: перечнем материалов текущего контроля и промежуточной аттестации. 1) типовые задания для проведения промежуточной аттестации: типовые вопросы к зачету; 2) типовые задания для проведения текущего контроля: типовые задания к контрольной работе, типовые задания для устного опроса; тест (входного и итогового контроля) 3) критерии и шкала оценивания компетенций на различных этапах их формирования; 4) методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «**Высшая геодезия и основы координатно-временных систем**» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» ОПОП ВО по специальности **21.05.01 «Прикладная геодезия»**, по программе **специалитета**, разработанная **ст. преподавателем Лукаржевским С.Т.** соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов специальности **21.05.01 «Прикладная геодезия»**, специализации «**Инженерная геодезия**» и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:  
Генеральный директор ООО «Астрагеопроект»



## РЕЦЕНЗИЯ

**на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине  
«Высшая геодезия и основы координатно-временных систем»  
ОПОП ВО по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия»,  
специализация «Инженерная геодезия»  
по программе специалитета**

Кособоковой Светланой Рудольфовной (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине **«Высшая геодезия и основы координатно-временных систем»** ОПОП ВО по специальности **21.05.01 «Прикладная геодезия»**, по программе **специалитета**, разработанной в ГАОУ АО ВО "Астраханский государственный архитектурно-строительный университет", на кафедре **«Геодезия, кадастровый учет»** (разработчик –**ст. преподаватель Лукаржевский С.Т.**).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины **«Высшая геодезия и основы координатно-временных систем»** (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по специальности **21.05.01 «Прикладная геодезия»**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации **7 июня 2016 № 674** и зарегистрированного в Минюсте России от 22 июня 2016 г. № 42596.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к **базовой** части Блок 1 «Дисциплины( модули)».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО по специальности **21.05.01 «Прикладная геодезия»**, специализации **«Инженерная геодезия»**.

В соответствии с Программой за дисциплиной «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» закреплены **2 компетенции**, которые реализуются в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности.

Учебная дисциплина «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО по специальности **21.05.01 «Прикладная геодезия»**, специализация **«Инженерная геодезия»** и возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестация знаний **специалиста**, предусмотренная Программой, осуществляется в форме **зачета и экзамена**. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО специальности **21.05.01 «Прикладная геодезия»**, специализация **«Инженерная геодезия»**.

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО специальности **21.05.01 «Прикладная геодезия»** и специфике дисциплины «Высшая геодезия

и основы координатно-временных систем» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы специальности **21.05.01. «Прикладная геодезия»** разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в Программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой «Геодезия, кадастровый учет» материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по данной специальности.

Оценочные и методические материалы по дисциплине «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» представлены: перечнем материалов текущего контроля и промежуточной аттестации. 1) типовые задания для проведения промежуточной аттестации: типовые вопросы к зачету; 2) типовые задания для проведения текущего контроля: типовые задания к контрольной работе, типовые задания для устного опроса; тест (входного и итогового контроля) 3) критерии и шкала оценивания компетенций на различных этапах их формирования; 4) методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «**Высшая геодезия и основы координатно-временных систем**» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» ОПОП ВО по специальности **21.05.01 «Прикладная геодезия»**, по программе **специалитета**, разработанная **ст. преподавателем Лукаржевским С.Т.** соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов специальности **21.05.01 «Прикладная геодезия»**, специализации «**Инженерная геодезия**» и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:  
Доцент кафедры ботаники,  
биологии экосистем и земельных ресурсов АГУ  
кандидат биологических наук



(подпись)

С.Р. Кособокова  
И.О.Ф.

**Аннотация**  
**к рабочей программе дисциплины «Высшая геодезия и основы**  
**координатно-временных систем»**  
по специальности **21.05.01 «Прикладная геодезия»**  
специализация **«Инженерная геодезия»**

**Общая трудоемкость дисциплины** составляет 7 зачетных единиц.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет, экзамен.

**Целью** учебной дисциплины «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» является обеспечение фундаментальной, теоретической и практической подготовки студентов в области высокоточных геодезических работ.

**Задачами** дисциплины являются:

- формирование готовности к применению инженерно-геодезических приборов и систем при проведении полевых и камеральных работ по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных, гравиметрических сетей и координатных построений специального назначения;
- получение практических навыков разработки проектно-технической документации и нормативных документов при подготовке и выполнении инженерно-геодезических работ на основе научных исследований;
- изучение совместной математической обработки результатов разнородных измерений в гравитационном поле Земли для определения положения отдельных точек.

**Учебная дисциплина Б1.Б.18 «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем»** входит в **Блок 1 «Дисциплины», базовая часть.** Для освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении следующих дисциплин: «Математика», «Физика», «Геодезия», «Теория математической обработки геодезических измерений».

**Краткое содержание дисциплины:**

**Раздел 1. Системы координат в геодезии.** Параметры земного эллипсоида. Общеземные системы координат. Решение главных геодезических задач на поверхности эллипсоида.

**Раздел 2. Государственные геодезические сети.** Общие сведения о государственных геодезических сетях. Геодезические сети специального назначения. Нормативно-правовые акты, регулирующие геодезическую деятельность.

**Раздел 3. Уравнивание геодезических сетей.** Уравнивание угловых измерений на станции. Предварительные вычисления. Уравнения поправок для измеренных направлений и углов. Оценка точности урвненных элементов сети.

**Раздел 4. Внешнее гравитационное поле Земли.** Нормальное гравитационное поле Земли. Аномальное гравитационное поле и его характеристики. Способы представления информации о гравитационном поле.


**Раздел 5. Теория высот.** Высокоточные нивелиры и инварные рейки, их устройство и исследование. Методика нивелирования I и II классов в России.

**Раздел 6. Высокоточное геометрическое нивелирование.** Схема построения современной государственной нивелирной сети. Методика высокоточного нивелирования. Предварительная обработка результатов высокоточного нивелирования. Оценка точности результатов высокоточного нивелирования.

**Раздел 7. Сфероидическая геодезия.** Способы Лежандра и аддитаментов. Главные геодезические задачи, точность их решения. Редукция расстояний и направлений с поверхности эллипсоида на плоскость в проекции Гаусса–Крюгера.

**Раздел 8. Геодезия в геодинاميке.** Классификация геодинамических явлений. Мониторинг экономически и социально значимых объектов методами высшей геодезии.

**Заведующий кафедрой**  
подпись И. О. Ф.

  
\_\_\_\_\_  
(подпись) / С.П.Стрелков/  
И. О. Ф.

Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный  
университет»  
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)

---



/ И.Ю. Петрова /

(подпись) И. О. Ф.

«25» апреля 2019г.

## ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

### Наименование дисциплины

Высшая геодезия и основы координатно-временных систем

*(указывается наименование в соответствии с учебным планом)*

### По специальности

21.05.01 «Прикладная геодезия»

*(указывается наименование специальности в соответствии с ФГОС ВО)*

### Специализация

«Инженерная геодезия»

*(указывается наименование специализации в соответствии с ОПОП)*

### Кафедра

«Геодезия, кадастровый учет»

Квалификация выпускника инженер-геодезист

**Разработчик:**

Ст. преподаватель \_\_\_\_\_  
(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

  
(подпись)

/Лукаржевский С.Т./  
И. О. Ф.

Оценочные и методические материалы рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Геодезия, кадастровый учет» протокол № 8 от 17.04.19г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

/С.П.Стрелков/

И. О. Ф.

**Согласовано:**

Председатель МКС «Прикладная геодезия»  
специализация «Инженерная геодезия» \_\_\_\_\_

  
(подпись)

/Т.Н.Кобзева/  
И. О. Ф.

Начальник УМУ \_\_\_\_\_

(подпись)

/И.В.Аксюткина/

И. О. Ф.

Специалист УМУ \_\_\_\_\_

(подпись)

/Э.Э.Кильмухамедова/

И. О. Ф.



## СОДЕРЖАНИЕ:

	<b>Стр.</b>
1. Оценочные и методические материалы для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля обучающихся по дисциплине	4
1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программ	4
1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	7
1.2.1. Перечень оценочных средств текущей формы контроля	7
1.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	8
1.2.3. Шкала оценивания	10
2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	11
3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций	34

**1. Оценочные и методические материалы для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля обучающихся по дисциплине**

Оценочные и методические материалы является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины и представлены в виде отдельного документа

**1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Индекс и формулировка компетенции N	Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 2)	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.5.1)								Формы контроля с конкретизацией задания
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>ПК – 21:</b> готовностью к разработке нормативно-технических документов по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований.	Знать:									
	нормативно-технические документы по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований.	X	X		X		X	X	X	Опрос по всем разделам дисциплины. ПЗ по темам: «Предварительные вычисления в триангуляции. Проектирование и рекогносцировка геодезических сетей. Уравнивание сети». Тесты.
	Уметь:									
	работать с нормативно-техническими документами по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований.	X	X		X		X	X	X	ПЗ по теме: «Схема и программа построения государственной геодезической сети России». Контрольная работа №1 по теме: «Оценка точности

										построения сети триангуляции, предварительные вычисления и уравнивание угловых измерений на станции». Экзамен
	Владеть:									
	готовностью к разработке нормативно-технических документов по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований.	X	X		X		X	X	X	ЛЗ по теме: «Оценка точности построения геодезических сетей. Определение параметров земного эллипсоида и прямоугольных координат точек. Вычисление длины дуги меридиана и параллелей». ЛЗ по темам: «Исследования угломерных приборов. Работа с GPS приемниками». Экзамен
<b>ПСК – 1.2:</b> готовностью к эксплуатации специальных инженерно-геодезических приборов и систем при выполнении инженерно-геодезических и маркшейдерских работ.	Знать:									
	геодезические приборы и системы при выполнении инженерно-геодезических и маркшейдерских работ.			X		X	X	X		Опрос по всем разделам дисциплины. ЛЗ по темам: «Знакомство с высокоточным нивелиром Н-05». Тесты. Экзамен

	<p>Уметь:          работать с высокоточными геодезическими приборами.</p>			X		X	X	X	<p>ЛЗ по темам: «Измерение направлений угломерными приборами методом круговых приемов.          «Измерение направлений угломерными приборами методом Шрейбера.          Выполнение программы наблюдений по методике нивелирования II класса.          Определение цены деления цилиндрического уровня по рейке». Работа с GPS приемниками». Экзамен</p>
	<p>Владеть:          методами обработки данных измерений высокоточными геодезическими приборами.</p>			X		X	X	X	<p>ЛЗ по теме: «Обработка журналов полевых измерений». Контрольная работа №2 по теме: «Определение параметров эллипсоида, длины дуги меридиана и параллели. Решение сфероидического треугольника по способу Лежандра и способу аддитивных». Экзамен</p>

## 1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### 1.2.1. Перечень оценочных средств текущей формы контроля

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3
Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам
Опрос (устный или письменный)	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде опроса студентов	Вопросы по темам/разделам дисциплины
Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение и владение обучающегося излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Рекомендуется для оценки умений и владений студентов.	Темы лабораторных работ и требования к их защите
Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий

**1.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Компетенция, этапы освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		Ниже порогового уровня (не зачтено)	Пороговый уровень (Зачтено)	Продвинутый уровень (Зачтено)	Высокий уровень (Зачтено)
1	2	3	4	5	6
ПК – 21 – готовностью к разработке нормативно-технических документов по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований.	<b>Знает</b> (ПК-21) нормативно-технические документы по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований.	Обучающийся не знает и не понимает нормативно-технические документы по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований.	Обучающийся знает нормативно-технические документы по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований в типовых ситуациях.	Обучающийся знает и понимает нормативно-технические документы по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает и понимает нормативно-технические документы по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
	<b>Умеет</b> (ПК-21) работать с нормативно-техническими документами по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований.	Обучающийся не умеет работать с нормативно-техническими документами по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований.	Обучающийся умеет работать с нормативно-техническими документами по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований в типовых ситуациях.	Обучающийся умеет работать с нормативно-техническими документами по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся умеет работать с нормативно-техническими документами по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и

	<b>Владеет</b> (ПК-21) готовностью к разработке нормативно-технических документов по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований.	Обучающийся не владеет готовностью к разработке нормативно-технических документов по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований.	Обучающийся владеет готовностью к разработке нормативно-технических документов по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований в типовых ситуациях.	Обучающийся владеет готовностью к разработке нормативно-технических документов по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся владеет готовностью к разработке нормативно-технических документов по организации и проведению инженерно-геодезических работ на основе научных исследований в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
ПСК – 1.2 – готовностью к эксплуатации специальных инженерно-геодезических приборов и систем при выполнении инженерно-геодезических и маркшейдерских работ	<b>Знает</b> (ПСК-1.2) геодезические приборы и системы при выполнении инженерно-геодезических и маркшейдерских работ.	Обучающийся не знает и не понимает геодезические приборы и системы при выполнении инженерно-геодезических и маркшейдерских работ.	Обучающийся знает геодезические приборы и системы при выполнении инженерно-геодезических и маркшейдерских работ в типовых ситуациях.	Обучающийся знает и понимает геодезические приборы и системы при выполнении инженерно-геодезических и маркшейдерских работ в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает и понимает геодезические приборы и системы при выполнении инженерно-геодезических и маркшейдерских работ в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.

работ.	<b>Умеет</b> (ПСК-1.2) работать с высокоточными геодезическими приборами.	Обучающийся не умеет работать с высокоточными геодезическими приборами.	Обучающийся умеет работать с высокоточными геодезическими приборами в типовых ситуациях.	Обучающийся умеет работать с высокоточными геодезическими приборами в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся умеет работать с высокоточными геодезическими приборами в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и
	<b>Владеет</b> (ПСК-1.2) методами обработки данных измерений высокоточными геодезическими приборами.	Обучающийся не владеет методами обработки данных измерений высокоточными геодезическими приборами.	Обучающийся владеет методами обработки данных измерений высокоточными геодезическими приборами в типовых ситуациях.	Обучающийся владеет методами обработки данных измерений высокоточными геодезическими приборами в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся владеет методами обработки данных измерений высокоточными геодезическими приборами в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий

### 1.2.3. Шкала оценивания

Уровень достижений	Отметка в 5-бальной шкале	Зачтено/ не зачтено
высокий	«5»(отлично)	зачтено
продвинутый	«4»(хорошо)	зачтено
пороговый	«3»(удовлетворительно)	зачтено
ниже порогового	«2»(неудовлетворительно)	не зачтено



**2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ:**

**2.1. Экзамен**

а) типовые вопросы к экзамену:

1. Понятие об обработке геодезических измерений в пространственной координатной системе.
2. Общие сведения о методах решения малых сфероидических треугольников. Способы Лежандра и аддитаментов.
3. Главные геодезические задачи, точность их решения.
4. Основные дифференциальные уравнения, положенные в основу решения главных геодезических задач на эллипсоиде.
5. Методы решения прямой и обратной геодезических задач на поверхности эллипсоида.
6. Основные соображения о выборе системы координат при обработке локальных высокоточных геодезических сетей.
7. Редукция расстояний и направлений с поверхности эллипсоида на плоскость в проекции Гаусса–Крюгера.
8. Поправка за кривизну изображения геодезической линии на плоскости. Сближение меридианов.
9. Проекция эллипсоида на плоскость, применяемые в других странах.
10. Проекция Меркатора.
11. Астрономо-геодезические и гравиметрические уклонения отвесных линий. Интерполирование астрономо-геодезических уклонений отвеса.
12. Использование данных о рельефе. Астрономическое и астрономо-гравиметрическое нивелирование.
13. Понятие высоты. Гипсометрическая и геоидальная составляющие высоты. Геопотенциальная величина. Ортометрическая высота и высота геоида. Нормальная высота и высота квазигеоида.
14. Требования к точности определения уклонений отвеса и геодезических высот при редуцировании измерений на поверхность референц-эллипсоида.
15. Вычисление разности нормальных высот, теоретическая невязка полигона. Частота гравиметрических пунктов по линии нивелирования.
16. Тригонометрическое нивелирование. Определение высот из дальномерных измерений. Динамические высоты.
17. Метод проектирования. Поправки в геодезические измерения за уклонения отвесных линий и высоту визирных целей.
18. Требования к точности определения уклонений отвеса и геодезических высот при редуцировании измерений на поверхность референц-эллипсоида.
19. Постановка задачи изучения движения земной коры. Геодинамические полигоны.
20. Построение геодезических сетей на геодинамических полигонах.
21. Особенности закрепления пунктов, методики геодезических измерений, выполнения геометрического и тригонометрического нивелирования.
22. Применение спутниковых технологий для построения геодезического мониторинга опасных деформационных процессов.
23. Обработка измерений, выполняемых для оценки деформаций земной коры.
24. Фундаментальные геодезические постоянные, связь между ними. Понятие о методах определения фундаментальных геодезических постоянных.

25. Общий земной эллипсоид. Геодезическая референц-система. Ориентирование референц-эллипсоида, исходные геодезические даты. Референц-эллипсоид Красовского.
26. Полигональное уравнивание геодезической сети 1 класса. Проблемы, задачи и методы совместного уравнивания сплошной астрономо-геодезической сети России. Точность передачи координат в обширной астрономо-геодезической сети.
27. Роль спутниковых измерений при построении и уравнивании высокоточных опорных геодезических сетей. Особые случаи обработки результатов измерений в высокоточных локальных сетях.
28. Общие соображения о выборе системы координат при обработке локальных геодезических сетей. Связь локальной системы координат с государственной и общей земной системами координат.

б) критерии оценивания:

При оценке знаний на экзамене учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых нормативно-правовых актов. Соблюдаются нормы литературной речи.
2	Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Базовые нормативно-правовые акты используются, но в недостаточном объеме. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер.
3	Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Имеются упоминания об отдельных базовых нормативно-правовых актах. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.
4	Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

## 2.2. Зачет

а) типовые вопросы к зачету:

1. Задачи, изучаемые в высшей геодезии.
2. Основные понятия и определения: форма и размеры Земли, фундаментальные геодезические постоянные.
3. Поверхности относимости, референц-эллипсоид Красовского.
4. Основные линии и плоскости эллипсоида, исходные геодезические даты.
5. Системы координат, используемые в высшей геодезии.
6. Общеземные системы координат WGS-84 и ПЗ-90.
7. Главные геодезические задачи.
8. Решение главных геодезических задач на поверхности эллипсоида.
9. Классификация опорных геодезических сетей, и их характеристика.
10. Назначение опорных геодезических сетей.
11. Геодезические сети специального назначения.
12. Развитие методов и средств построения опорных геодезических сетей.
13. Методы построения сетей: триангуляция, полигонометрия.
14. Методы построения сетей: трилатерация и полигонометрия.
15. Основные этапы создания опорных геодезических сетей.
16. Классификация современных высокоточных приборов.
17. Способы измерений зенитных расстояний и горизонтальных углов, способ круговых приемов.
18. Способы измерений горизонтальных углов, способ Шрейбера.
19. Основные ошибки при измерении высокоточными угломерными приборами. Меры по уменьшению влияния инструментальных ошибок на угловые измерения.
20. Источники ошибок при высокоточных угловых измерениях: рефракция световых лучей, фазы визирных целей.
21. Выгоднейшее время для измерения направлений и зенитных расстояний.
22. Элементы приведения.
23. Определение элементов приведений на пункте.
24. Уравнивание угловых измерений на станции.
25. Предварительные вычисления.
26. Условные уравнения и их использование при оценке качества геодезических измерений.
27. Уравнения поправок для измеренных направлений и углов.
28. Оценка точности уравненных элементов сети.
29. Нормальное гравитационное поле Земли.
30. Аномальное гравитационное поле и его характеристики.
31. Способы представления информации о гравитационном поле.
32. Системы высот в геодезии.
33. Ортометрическая высота и высота геоида. Нормальная высота и высота квазигеоида.
34. Высокоточные нивелиры и инварные рейки, их устройство и исследование.
35. Методика нивелирования I и II классов в России.
36. Методика нивелирования в специальных сетях.
37. Параметры земного эллипсоида. Системы координат, используемые в сфероидической геодезии.
38. Радиусы кривизны эллипсоида.
39. Длины дуг меридианов и параллелей.
40. Взаимные нормальные сечения. Геодезическая линия.

б) критерии оценивания:

При оценке знаний на зачете учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.

2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых нормативно-правовых актов. Соблюдаются нормы литературной речи.
2	Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Базовые нормативно-правовые акты используются, но в недостаточном объеме. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.
3	Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Имеются упоминания об отдельных базовых нормативно-правовых актах. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.
4	Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.
5	Зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
6	Не зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

## ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ:

### 2.3. Контрольная работа

а) типовые задания для контрольной работы:

*Контрольная работа №1*

*Тема «Оценка точности построения сети триангуляции, предварительные вычисления и уравнивание угловых измерений на станции».*

1.1 Оценка точности построения звена триангуляции

Качество геометрического построения звена триангуляции характеризуется величиной  $Q$ , равной обратному весу конечной связующей стороны звена ( $Q=1/P$ ) и вычисляемой как сумма обратных весов  $Q_i$  связующих сторон отдельных фигур, составляющих звено, т.е.

$$Q = \sum Q_i \quad (1)$$

Обратные веса  $Q_i$  сторон отдельных фигур вычисляют по формулам:  
для отдельного треугольника

$$Q_i = 4/3 R_i \quad (2)$$

для треугольника, входящего в геодезический четырехугольник или центральную систему,

$$Q_i = l,0R_i \quad (3)$$

В этих формулах:

$$R_i = \delta^2 A_i + \delta^2 B_i + \delta^2 A_i * \delta^2 B_i \quad (4)$$

где  $\delta^2 A_i$  и  $\delta^2 B_i$  — изменения логарифмов синусов связующих углов  $A_i, B_i$  в треугольнике при изменении углов на 1", выраженные в единицах шестого десятичного знака логарифма.

Связующие углы треугольника — это углы, участвующие в вычислениях при передаче расстояния от одной базисной стороны к другой при последовательном решении каждого треугольника звена по теореме синусов.

Величины  $R$  даны в прил. 1; выбираются они по связующим углам  $A$  и  $B$  треугольника. При наличии в звене геодезических четырехугольников или центральных систем, позволяющих выполнить передачу длин сторон в нескольких вариантах, для подсчета величины  $Q$  выбирается та цепочка простых треугольников, по которой обеспечивается наименьшая величина обратного веса звена.

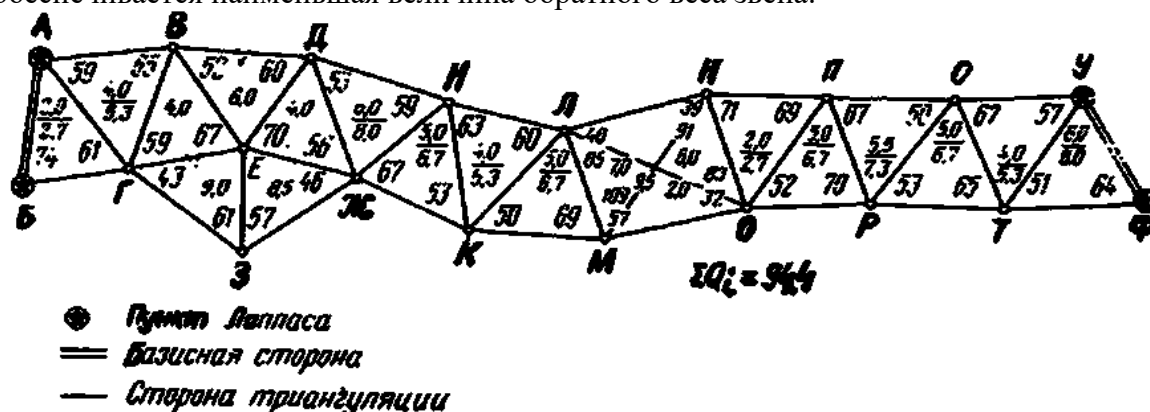


Рис. 1

Для оценки качества геометрического построения звена триангуляции 1 класса:

- 1) составляют, например в масштабе 1:500000, схему звена триангуляции (рис. 1);
- 2) при помощи транспортира измеряют по схеме с точностью до градуса связующие углы треугольников; значения их выписывают на схему (см. рис. 1) и в табл. 1;
- 3) по связующим углам  $A$  и  $B$  берут из прил. 4 значения величины  $R$  для каждого треугольника;
- 4) по формулам (2), (3) вычисляют обратные веса  $Q_i$  связующих сторон отдельных фигур;
- 5) значения величин  $R_i$  и  $Q_i$  выписывают в виде дроби  $R_i/Q_i$  внутри соответствующего треугольника (см. рис. 1) и, кроме того, представляют в виде табл. 1;
- 6) по формуле (1) вычисляют обратный вес конечной стороны звена  $Q$ , который не должен превышать 100 единиц шестого знака логарифма.

*Вычисление обратного веса конечной стороны звена триангуляции*

Таблица 1

Номер треугольника	Названия вершин	Фигуры	Связующие углы	$R_i$	Коэффициент для соответствующей фигуры	$Q_i$
--------------------	-----------------	--------	----------------	-------	--	-------

Обратный вес конечной стороны звена  $1/P = \sum Q_i = 94,4$

## 1.2 Предварительная оценка точности построения геодезических сетей

Предварительная оценка точности выполняется для того, чтобы выяснить соответствие качества геометрического построения сети и планируемой точности измерений тем целям, для которых создаётся конкретная сеть, т.е. предварительная оценка точности в определении ожидаемых средних квадратических ошибок различных элементов проектируемой сети.

В основу оценки точности любых построений ГГС положена известная формула для определения функции уравненных величин:

$$m = \mu \sqrt{\frac{1}{P_F}} \quad (5)$$

где:

$\mu$  - средняя квадратическая ошибка единицы веса, в предварительных оценках принимается равной средней квадратической ошибке измеряемой величины, т.е.  $\mu = m$

$$\mu = \sqrt{\frac{\sum P v^2}{r}} \quad (6)$$

$v_i$  – поправки к измеренным величинам;

$n$  - число измерений;

$k$  - число определяемых величин;

$(n-k)$  - число избыточных величин;

$1/P_F$  - обратный вес функции  $F$ .

Обычно подсчитывают ошибки длин и азимутов сторон продольный и поперечный сдвиги диагоналей ряда и их «замыкающие», по которым можно судить о точности передачи координат.

Практически в функцию  $F$  входят исходные данные, поэтому средняя квадратическая ошибка элемента сети определяется с учётом этого по формуле:

$$m_{2эл.} = m_{2исх.} + m_{2F}$$

Оценка точности элементов ряда триангуляции из равносторонних треугольников с базисами и азимутами на его концах.

Ряды триангуляции 1 класса образуются из звеньев, каждое длиной до 200 км. На обоих концах этого звена измеряются базисные стороны  $b_1, b_2$  и определяются азимуты этих сторон  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ .

Для элементов такого ряда введём следующие обозначения:

$b$  - исходная (базисная) сторона ряда триангуляции;

$s$  - связующие стороны треугольников;

$c$  - промежуточные стороны;

$A, B$  - связующие углы треугольников;

$C$  - промежуточные углы;

$L$  - длина диагонали ряда;

$n$  - число промежуточных сторон в диагонали ряда, отсчитываемых по одному его краю;

$N$  - число треугольников в ряде триангуляции;

$m''$  - средняя квадратическая ошибка измерения углов

(  $m = \mu \sqrt{2}$  )

$\mu''$  - средняя квадратическая ошибка измерения направлений;

$m_A$  - средняя квадратическая ошибка определения азимута Лапласа;

$m_{\alpha k}$  - средняя квадратическая ошибка азимута связующей стороны в треугольнике с номером  $k$ ;

$m_b$  - средняя квадратическая ошибка исходной (базисной) стороны;

$m_{sk}$  - средняя квадратическая ошибка связующей стороны в треугольнике с номером  $k$ ;  
 $m_L$  - продольный сдвиг ряда;  
 $m_q$  - поперечный сдвиг ряда;  
 $m_{AL}$  - средняя квадратическая ошибка азимута диагонали ряда;

$M = \sqrt{m_L^2 + m_q^2}$  - средняя квадратическая ошибка положения конечной точки ряда относительно его начала;

$m_L$  - продольный сдвиг звена;  
 $m_q$  - поперечный сдвиг.

Пусть дан ряд триангуляции из равносторонних треугольников с базисными сторонами и азимутами Лапласа на его концах (рис 1) уравненный из условия фигур, базисов и азимутов.

В таком ряде средняя квадратическая ошибка в логарифме связующей стороны находится по формуле

$$m_{lg.sk} = \sqrt{\frac{m_{lgb}^2}{2} + 3.15m''^2 \frac{(N-k)k}{N}}$$

$$\frac{m_s}{s} = \frac{m_{lgs}}{M \times 10^6} \quad (7)$$

$M = 0,43429$  – модуль неперовых логарифмов.

Средняя квадратическая ошибка азимута связующей стороны определяется по формуле:

$$m_{\alpha k} = \sqrt{\frac{m_A^2}{2} + \frac{m''^2}{25} \left[ (5k+12) - \frac{(5k+6)^2}{5N+12} \right]} \quad (8)$$

Продольный и поперечный сдвиги ряда равны:

$$m_L = \frac{L}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{m_A^2}{b^2} + \frac{2n^2 - 3n + 10}{9n} \times \frac{m''^2}{\rho''^2}} \quad (9)$$

$$m_q = \frac{L}{\rho'' \sqrt{2}} \sqrt{m_A^2 + \frac{n^2 + 2n + 12}{15n} m''^2} \quad (10)$$

Средняя квадратическая ошибка азимута диагонали ряда:

$$m''_{AL} = \frac{m_q}{L} \rho'' \quad (11)$$

Средняя квадратическая ошибка положения конечной точки ряда:

$$M = \sqrt{m_L^2 + m_q^2} \quad (12)$$

По формулам 7...12 выполнить оценку точности элементов ряда триангуляции из равносторонних треугольников с базисами и азимутами на его концах, уравненного по направлениям за условия фигур, базисов и азимутов.

В этом ряде:

$L$  – длина промежуточных сторон, отсчитываемых по одному краю. В ряде триангуляции с базисными сторонами и азимутами Лапласа на его концах наименее надёжно определяются азимут стороны, находящейся в середине ряда.

Таблица 2

Оцениваемый элемент ряда триангуляции	Формула	Ошибка
Средняя квадратическая ошибка связующей стороны в середине ряда:		
а) ошибка в логарифме стороны ( в шестом знаке)	(7)	
б) относительная ошибка	(7)	
Средняя квадратическая ошибка азимута связующей стороны в середине ряда	(8)	
Продольный сдвиг ряда	(9)	
Поперечный сдвиг ряда	(10)	
Относительная ошибка длины диагонали ряда	$m_L: L$	
Средняя квадратическая ошибка азимута диагонали ряда	(11)	
Средняя квадратическая ошибка положения конечной точки ряда	(12)	

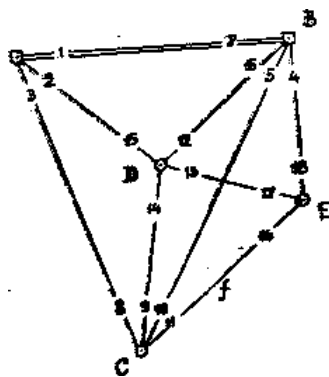
2. Предварительные вычисления в триангуляции, уравнивание угловых измерений на станции

Часть 2 включает:

1. Составление рабочей схемы сети триангуляции.
2. Предварительное решение треугольников и вычисление сферических избытков.
3. Вычисление поправок за центрировку и редуцицию.
4. Вычисление приближенных прямоугольных координат пунктов.
5. Вычисление поправок за кривизну изображений сторон; редуцирование длины исходной стороны.
6. Составление сводок направлений, приведенных к центрам знаков и редуцированных на плоскость.

Задание для контрольной работы №1, части 2 (общее для всех вариантов) представлено сетью триангуляции 2 класса, изображенной на чертеже, списком исходных данных таблицей измеренных направлений и таблицей элементов приведений.

Схема сети триангуляции



Список исходных данных

Координата пункта А

$X = 5\ 794\ 307,15$  м,

$Y = +109\ 289,00$  м.

Логарифм стороны АВ

$lgS=4.103\ 4968$ (на эллипсоиде),

$lgd=4.1035683$  (на плоскости).

Дирекционный угол АВ

$\alpha = 82^\circ 48' 06",12$ .

Средняя широта

$B_T = 52^\circ$ .



Таблица элементов приведений

Названия пунктов	Элементы центрировки			Элементы редукции		
	$e$ (м)	$\theta$	На пункт	$e_1$ (м)	$\theta_1$	На пункт
A	0,098	21°0'	B	0,120	358°30'	B
B	0,115	71 15	E	0,089	49 45	E
C	0,122	287 0	A	0,0193	305 0	A
D	0,165	127 30	B	0,149	131 0	B
E	0,071	324 45	C	0,095	342 30	C

Таблица измерений направлений (сферических)

Названия пунктов	№ направлений	Название направлений	Измеренные направления
A	1	B	0° 0' 0",00
	2	D	41 41 37,03
	3	C	65 50 33,48
B	4	E	0 0 0,00
	5	C	32 14 31, 62
	6	D	53 32 11,07
C	7	A	99 26 37,59
	8	A	0 0 0,00
	9	D	25 54 23,31
D	10	B	46 57 20,34
	11	E	66 04 06,63
	12	B	0 0 0,00
E	13	E	49 52 55,57
	14	C	137 39 23,75
	15	A	267 36 02,69
E	16	C	0 0 0,00
	17	D	52 03 49,06
	18	B	128 38 44, 78

Вариант задания для каждого студента определяется по указанному ниже правилу.

1. По цифре единиц шифра найти в таблице А номера двух направлений и при выписке данных исключить их из схемы сети и таблицы измеренных направлений.

2. По цифре десятков шифра выбрать в таблице Б названия двух пунктов, на которых должны быть взяты элементе центрировок и редукций, помещенные в таблице элементов приведений. Значения их на остальных трех пунктах должна быть исключены из задания.

Таблица А

Единица шифра	Номера исключаемых направлений
1	7 и 13
2	2 и 17
3	4 и 15
4	8 и 18
5	3 и 16
6	1 и 18
7	7 и 16
8	8 и 17
9	1 и 11
0	2 и 13

Таблица Б

Десятки единиц шифра	Названия пунктов, имеющих элементы приведения
1	В и D
2	D и E
3	A и B
4	C и D
5	B и C
6	A и C
7	B и E
8	C и E
9	A и D
0	A и E

Так, например, при определении варианта задания, соответствующего двум последним цифрам шифров 073, 173, 273 и т.д., необходимо поступить следующим образом:

- по цифре единиц шифра 3 исключить из общего задания согласие таблице А направления 4 и 15, оставляя взаимообратные направления как односторонние;
- по цифре десятков шифра 7 согласно таблице Б включить в задание элементы приведений на пунктах В и Е; на остальных пунктах сети (А, С, D) принять их равными нулю.

При выполнении этой контрольной работы следует руководствоваться учебным пособием «Практикум по высшей геодезии» под редакцией Яковлева, стр.93 (имеется на кафедре).

При решении треугольников следует придерживаться следующего порядка записи: в первой строке должна выписываться вершина, лежащая против исходной стороны (следовательно, и исходная сторона должна находиться в этой строке), во второй – вписывается вершина, лежащая против промежуточной стороны, и в третьей - вершина, лежащая против той стороны, которая будет принята за исходную в следующем треугольнике.

Значения углов в треугольниках берут округленными до минут. Сумма углов в каждом треугольнике должна быть равна  $180^\circ$ . Длина исходной стороны (ее логарифм) должна быть отнесена на плоскость. При вычислении сферических избытков и поправок за центрировку и редуцию длины сторон, полученные на плоскости и округленные до 4-го знака их логарифма, могут быть приняты за сферические (какими они для этой цели должны быть).

Приближенное решение треугольников выполняется обычно логарифмическим путем. Однако для контроля решение их может быть выполнено одновременно как логарифмическим, так и нелогарифмическим способами. При этом расхождения одноименных сторон могут достигать 2-3 м или 4-5 единиц 5-го знака логарифма.

Логарифмы величин  $f=\rho''/2R^2$  и  $1/R^2$  используемых при вычислении сферических избытков и редуцировании исходной стороны и направлений на плоскость.

Для вычисления поправок за центрировку и редуцию могут быть применены различные способы и использованы различные таблицы или номограммы, применяемые в производстве.

Знаки вычисленных поправок определяются по значениям углов  $\theta + M$ : при значении угла  $\theta + M < 180^\circ$  поправке приписывают знак плюс, а при  $\theta + M > 180^\circ$  - знак минус.

При составлении таблицы направлений, приведенных к центрам знаков, следует особое внимание уделить правильности введения поправок за центрировку и редуцию в

измеренные направления, имея в виду, что поправки за центрировку инструмента вводятся в направления, измеренные на данном пункте, а поправки за редукцию визирной цели вводятся в направления, измеренные на окружающих пунктах.

Вычисление поправок в направления за кривизну изображений геодезических линий на плоскости вычисляются по формулам:

$$\delta_{12} = \delta_0 - \Delta\delta,$$

$$\delta_{21} = -\delta_0 + 2\Delta\delta,$$

где  $\delta_0 = 0,00253 (x_1 - x_2)$

### Контрольная работа №2

Тема «Определение параметров эллипсоида, длины дуги меридиана и параллели. Решение сфероидического треугольника по способу Лежандра и способу аддитаментов».

1. Определение параметров земного эллипсоида.

1.1 Определить параметры земного эллипсоида прямоугольных координат точек.

Исходные данные:

$$a = 6378136 \text{ м}$$

$$\alpha = 1:298,3 = 0,00335232999$$

Определить:

$$e^2 = \alpha (2 - \alpha)$$

$$e' = e^2 / (1 - e)$$

$$b = a (1 - \alpha)$$

Контроль:

$$b = a \sqrt{1 - e^2}$$

1.2 Определить значения 1 и 2 функций широты.

Исходные данные:

$$B = 48^\circ \text{ н} * \text{в}''$$

Определить:

$$W = \sqrt{1 - e^2 \sin^2 B}$$

$$V = \sqrt{1 + e'^2 \cos^2 B}$$

Контроль:

$$a \cdot W = b \cdot V$$

Определить значения радиусов кривизны меридиана и нормального сечения.

Определить:

$$c = a^2 / b = a / \sqrt{1 - e^2}$$

$$M = c / V^3$$

$$N = a / W$$

$$R = \sqrt{M \cdot N} = V^2$$

Контроль :

$$N/M = V^2$$

Определить значения декартовых прямоугольных координат по геодезическим координатам точки.

Исходные данные:

$$\alpha = 46^\circ \text{ в}'$$

Определить:  $u, X, Y, Z$

$$\text{tg } u = \sqrt{1 - e^2} \cdot \text{tg } B$$

$$u =$$

$$X = a \cdot \cos u \cdot \cos \alpha$$

$$Y = a \cdot \cos u \cdot \sin \alpha$$

$$Z = b \cdot \sin u$$

Контроль:

$$X = N \cdot \cos B \cdot \cos \alpha$$

$$Y = N \cdot \cos B \cdot \sin \alpha$$

$$Z = N \cdot (1 - e^2) \cdot \sin B$$

## 2. Вычисление длин дуг меридианов и параллелей

Длина дуги меридиана  $S_M$  между точками с широтами определяется из решения эллиптического интеграла вида

$$S_M = \int_{B_1}^{B_2} M dB \quad (1)$$

который, как известно, не берется в элементарных функциях. Для решения интеграла используют два способа:

1. Раскладывают подинтегральное выражение в степенной ряд и, ограничиваясь некоторым числом членов ряда, выполняют затем почленное интегрирование, которое, таким образом, сводится к интегрированию в элементарных функциях.

2. Применяют численное интегрирование методами, известными в вычислительной математике.

Второй способ в настоящее время является более точным и удобным. В соответствии с этим способом численное интегрирование можно выполнить, например, по формуле Симпсона:

$$S_M = \int_{B_1}^{B_2} M dB = \frac{(B_1 - B_2)}{6\rho} (M_1 + 4M_{cp} + M_2) \quad (2)$$

$$\text{где } M_i = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2 \sin^2 B_i)^{3/2}} = a(1-e^2) \frac{1+0.25e^2 \sin^2 B_i}{1-1.25e^2 \sin^2 B_i} \quad (3)$$

где  $B_1, B_2$ —широты концов дуги меридиана;  $M_1$  и  $M_2$   $M_{cp}$  — значения радиусов кривизны меридиана в точках с широтами  $B_1, B_2$  и

$$B_{cp} = \frac{B_1 + B_2}{2}; \quad \frac{1}{6\rho''} = 8\,080\,228 \cdot 10^{-13}$$

Для контроля вычислений длину дуги меридиана  $S_M$  следует вычислить как сумму дуг  $X_1$  и  $X_2$  меридиана от точки с широтой  $B_{cp}$  до точек с широтами  $B_1$  и  $B_2$ . На основании (2) будет иметь

$$X_1 = \frac{(B_{cp} - B_1)}{6\rho} (M_{cp} + 4M_{cp} + M_1) \quad (4)$$

$$X_2 = \frac{(B_2 - B_{cp})}{6\rho} (M_2 + 4M_{cp} + M_1)$$

где

$$M'_{cp} \text{ и } M''_{cp} - \text{ значения радиусов кривизны меридиана в точках с широтами } B'_{cp} = \frac{B_2 + B_{cp}}{2} \text{ и } B''_{cp} = \frac{B_{cp} + B_1}{2}$$

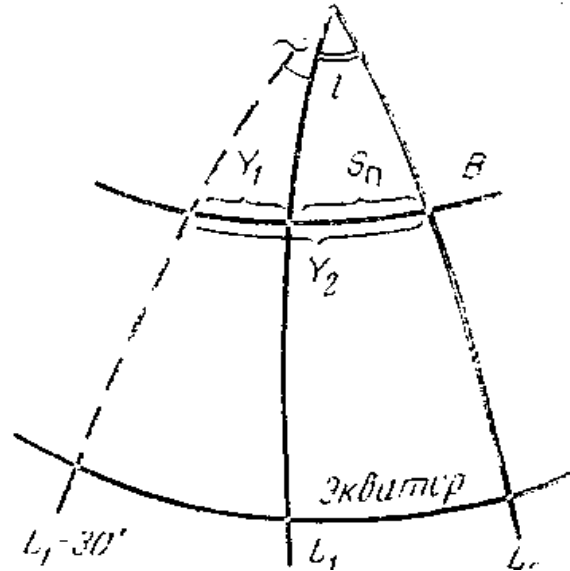


Рис.2

Примечание. При расстояниях между точками до 500 км формула (2) обеспечивает точность вычислений 1—2 см. Если, дуга меридиана превышает 500 км, то для вычисления длины дуги рекомендуется разделить ее на части, не превышающие 500 км, и применить формулу (2) к каждой части в отдельности.

Задание 1. Вычислить длину дуги меридиана между двумя точками с широтами  $B_2 = (49^\circ + \text{в}) \text{ в'в}, 938''$  и  $B_1 = 45^\circ 30' 17,221''$ , пользуясь формулой (2). Полученный результат проверить по формуле (4).

Длина дуги параллели  $S_n$  есть длина части окружности, поэтому она получается непосредственно как произведение радиуса данной параллели.

$r = N \cos B$  на разность долгот  $L$  крайних точек искомой дуги, т. е.

$$S_n = \frac{L}{\rho} N \cos B \quad (5)$$

где  $L = L_2 - L_1$

Значение радиуса кривизны первого вертикала  $N$  вычисляется по формуле

$$N = a \frac{1 - 0.25e^2 \sin^2 B}{1 - 0.75e^2 \sin^2 B} \quad (6)$$

Схема решения

Таблица 1

Формулы	Результаты вычислений	Формулы	Результаты вычислений
$\frac{a}{e^2}$		$\frac{a}{e^2}$	
$a(1-e^2)$		$1.25e^2 \sin^2 B_1$	
$\frac{1}{6\rho}$		$1.25e^2 \sin^2 B_2$	
$B_2$		$1,25e^2 \sin^2 B_{cp}$	
$B_1$		$1+0.25e^2 \sin^2 B_1$	
$B_{cp}$		$1+0.25e^2 \sin^2 B_2$	
$0,25e^2$		$1+0.25e^2 \sin^2 B_{cp}$	
$1.25e^2$		$1-1.25e^2 \sin^2 B_1$	
$\sin B_1$		$1-1.25e^2 \sin^2 B_2$	
$\sin B_2$		$1-1.25e^2 \sin^2 B_{cp}$	
$\sin B_{cp}$		$M_1$	
$\sin^2 B_1$		$M_2$	
$\sin^2 B_2$		$M_3$	
$\sin^2 B_{cp}$		$(B_2 - B_1)''$	
$0.25e^2 \sin^2 B_1$		$(B_2 - B_1)''/6\rho''$	
$0.25e^2 \sin^2 B_2$		$S_M$	
$0.25e^2 \sin^2 B_{cp}$			

формулы	Результат вычислений	Формулы	Результаты вычислений
$a$		$0,25e^2 \sin^2 B_{cp}$	
$(1-e^2)$		$1,25e^2 \sin^2 B_{cp}$	
$a(1-e^2)$		$1+0,25e^2 \sin^2 B_{cp}$	
$\frac{(1-e^2)}{1/6\rho''}$		$1-1,25e^2 \sin^2 B_{cp}$	
$B_2$		$0,25e^2 \sin^2 B'_{cp}$	
$B_1$		$1,25e^2 \sin^2 B'_{cp}$	
$B_{cp}$		$1+0,25e^2 \sin^2 B'_{cp}$	
$B'_{cp}$		$1-0,25e^2 \sin^2 B'_{cp}$	
$B''_{CP}$		$0,25e^2 \sin^2 B''_{cp}$	
$e^2$		$1,25e^2 \sin^2 B''_{cp}$	
$0,25e^2$		$1+0,25e^2 \sin^2 B''_{cp}$	
$1,25e^2$		$1-1,25e^2 \sin^2 B''_{cp}$	
$\sin B_{cp}$		$M_{cp}$	
$\sin B'_{cp}$		$M'_{cp}$	
$\sin B''_{cp}$		$M''_{cp}$	
$\sin^2 B_{cp}$		$(B_2-B_{cp})''$	
$\sin^2 B''_{cp}$		$(B_2-B_{cp})''/6\rho''$	
$\sin^2 B''_{cp}$		$(M_{cp} + 4M''_{cp} + M_1)$	
$(B_{cp}-B_1)''$		$X_1$	
$(B_{cp}-B_1) / 6\rho''$		$X_2$	
$M_1$		$X_2 + X_1 = S$	
$M_2$			
$(M_2 + 4M'_{cp} + M_{cp})$			

Для контроля вычислений длину дуги параллели следует определить как разность длин дуг  $Y_2$  и  $Y_1$ , отсчитываемых от меридиана с долготой  $L_1-30'$  (рис. 1).

Значения величин  $Y_2$  и  $Y_1$  получим, пользуясь формулой (5):

$$Y_2 = \frac{(L + 1800)}{(\rho)} N \cos B; \quad Y_1 = \frac{1800}{\rho} N \cos B$$

Искомую дугу параллели получим по формуле

$$S_n = Y_2 - Y_1.$$

Примечания. 1. Точность формулы (5) зависит от разности долгот  $L$ . Если  $L < 1^\circ$ , то, пользуясь восьмизначными таблицами тригонометрических функций, длину дуги

параллели (в средних широтах) можно получить с ошибкой  $\pm 0,001$  м. При  $L > 1^\circ$  для обеспечения указанной точности при вычислении  $S_n$  нужны таблицы с большим числом знаков. Однако в геодезической практике необходимость в такой точности появляется очень редко.

Задание 2. Вычислить длину дуги параллели между точками, лежащими на этой параллели, если даны разность долгот этих точек  $L = L_2 - L_1 = 0^\circ 10' 46,882''$  и широта параллели  $B = 48^\circ 13' 35,4''$ . Решение проверить по контрольной формуле.

Схема решения

Таблица 3

Формулы	Результат вычислений	Формулы	Результат вычислений
$L$		$1 - 0,25e^2 \sin^2 B$	
$B$		$1 - 0,75e^2 \sin^2 B$	
$a$		$N$	
$0,25e^2$		$\cos B$	
$0,75e^2$		$L$	
$\sin B$		$1/\rho''$	
$\sin B$		$N \cos B$	
$0,25e^2 \sin^2 B$		$L''/\rho''$	
$0,75e^2 \sin^2 B$		$S_n$	

Контрольные вычисления

Таблица 4

Формулы	Результаты вычислений	Формулы	Результаты вычислений
$N \cos B$ $1/\rho''$ $(L'' + 1800'')/\rho''$ $1800''/\rho''$		$Y_1$ , $Y_2$ $S_n = Y_2 - Y_1$	

б) критерии оценивания:

Выполняется в письменной форме. При оценке работы студента учитывается:

1. Правильное раскрытие содержания основных вопросов темы, правильное решение задач.
2. Самостоятельность суждений, творческий подход, научное обоснование раскрываемой проблемы.
3. Правильность использования цитат (если цитата приводится дословно, то надо взять ее в кавычки и указать источник с указанием фамилии автора, названия произведения, места и города издания, тома, части, параграфа, страницы).
4. Наличие в конце работы полного списка литературы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета.
2	Хорошо	Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух



		недочетов.
3	Удовлетворительно	Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает материал, допускает искажение фактов.
4	Неудовлетворительно	Студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы.
5	Зачтено	Выполнено правильно не менее 50% заданий, работа выполнена по стандартной или самостоятельно разработанной методике, в освещении вопросов не содержится грубых ошибок, по ходу решения сделаны аргументированные выводы, самостоятельно выполнена графическая часть работы.
6	Не зачтено	Студент не справился с заданием (выполнено правильно менее 50% задания варианта), не раскрыто основное содержание вопросов, имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в решении задач, в выполнении графической части задания и т.д., а также выполнена не самостоятельно.

## 2.4. Опрос устный

а) типовые вопросы:

*Тема 1. «Системы координат в геодезии»*

1. Основные понятия и определения: форма и размеры Земли, фундаментальные геодезические постоянные.
2. Поверхности относимости, референц-эллипсоид Красовского.
3. Основные линии и плоскости эллипсоида, исходные геодезические даты.
4. Системы координат, используемые в высшей геодезии.
5. Общеземные системы координат WGS-84 и ПЗ-90.
6. Главные геодезические задачи.
7. Решение главных геодезических задач на поверхности эллипсоида.

*Тема 2. «Государственные геодезические сети»*

1. Классификация опорных геодезических сетей, и их характеристика.
2. Назначение опорных геодезических сетей.
3. Геодезические сети специального назначения.
4. Развитие методов и средств построения опорных геодезических сетей.
5. Методы построения сетей: триангуляция, полигонометрия.
6. Методы построения сетей трилатерация и полигонометрия.
7. Основные этапы создания опорных геодезических сетей.

*Тема 3. «Уравнивание геодезических сетей»*

1. Классификация современных высокоточных приборов.
2. Способы измерений зенитных расстояний и горизонтальных углов, способ круговых приемов.
3. Способы измерений горизонтальных углов, способ Шрейбера.
4. Основные ошибки при измерении высокоточными угломерными приборами. Меры по уменьшению влияния инструментальных ошибок на угловые измерения.
5. Источники ошибок при высокоточных угловых измерениях: рефракция световых лучей, фазы визирных целей.
6. Выгоднейшее время для измерения направлений и зенитных расстояний.
7. Элементы приведения.
8. Определение элементов приведений на пункте.

9. Уравнивание угловых измерений на станции.
10. Предварительные вычисления.
11. Условные уравнения и их использование при оценке качества геодезических измерений.
12. Уравнения поправок для измеренных направлений и углов.
13. Оценка точности уравненных элементов сети.

*Тема 4. «Внешнее гравитационное поле Земли»*

1. Нормальное гравитационное поле Земли.
2. Аномальное гравитационное поле и его характеристики.
3. Способы представления информации о гравитационном поле.

*Тема 5. «Теория высот»*

1. Системы высот в геодезии.
2. Ортометрическая высота и высота геоида. Нормальная высота и высота квазигеоида.
3. Высокоточные нивелиры и инварные рейки, их устройство и исследование.
4. Методика нивелирования I и II классов в России.
5. Методика нивелирования в специальных сетях.

*Тема 6. «Высокоточное геометрическое нивелирование»*

1. Задачи высокоточного нивелирования.
2. Схема и программа построения государственной нивелирной сети, и её классификация.
3. Закрепление нивелирных линий на местности.
4. Нивелирные реперы и марки, их типы и требования, предъявляемые к закладке.
5. Основные источники ошибок при высокоточном нивелировании методы ослабления их влияния на результаты нивелирования.
6. Обработка материалов полевых измерений.
7. Оценка точности результатов высокоточного нивелирования.
8. Современные тенденции в развитии высокоточного геометрического нивелирования.

*Тема 7. «Сфероидическая геодезия»*

1. Параметры земного эллипсоида. Системы координат, используемые в сфероидической геодезии.
2. Радиусы кривизны эллипсоида.
3. Длины дуг меридианов и параллелей.
4. Взаимные нормальные сечения. Геодезическая линия.
5. Понятие об обработке геодезических измерений в пространственной координатной системе.
6. Общие сведения о методах решения малых сфероидических треугольников. Способы Лежандра и аддитаментов.
7. Главные геодезические задачи, точность их решения.
8. Основные дифференциальные уравнения, положенные в основу решения главных геодезических задач на эллипсоиде.
9. Методы решения прямой и обратной геодезических задач на поверхности эллипсоида.
10. Основные соображения о выборе системы координат при обработке локальных высокоточных геодезических сетей.
11. Редукция расстояний и направлений с поверхности эллипсоида на плоскость в проекции Гаусса–Крюгера.

*Тема 8. «Геодезия в геодинاميке»*

1. Геодезические сети для мониторинга земной поверхности.
2. Мониторинг экономически и социально значимых объектов методами высшей геодезии.

б) критерии оценивания

При оценке знаний на опросе (устном) учитывается:

1. Полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
2. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
3. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
4. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
5. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);
6. Использование дополнительного материала (обязательное условие);
7. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов).

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	1) полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; 3) излагает материал последовательно и правильно.
2	Хорошо	студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.
3	Удовлетворительно	студент обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но: 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.
4	Неудовлетворительно	студент обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

## 2.5. Защита лабораторной работы

а) типовые вопросы к защите лабораторной работы:

*Тема «Ознакомление с высокоточными геодезическими угломерными приборами. Исследования угломерных приборов. Измерение направлений угломерными приборами методом круговых приемов. Измерение направлений угломерными приборами методом Шрейбера. Обработка журналов полевых измерений. Работа с GPS приемниками»*

1. Как классифицируют теодолиты.
2. Какие теодолиты применяют для работы пунктах ГГС I и II класса.
3. Виды исследования угломерных приборов.
4. Измерение направлений угломерными приборами методом круговых приемов.
5. Измерение направлений угломерными приборами методом Шрейбера.

Тема «Знакомство с высокоточным нивелиром Н-05. Определение цены деления цилиндрического уровня по рейке. Выполнение программы наблюдений по методике нивелирования II класса»

1. Устройство нивелира Н-05.
2. Исследования нивелира Н -05.
3. Устройство инварной рейки.
4. Исследования инварных реек.

б) критерии оценивания:

При оценке знаний на защите лабораторной работы учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, правильно демонстрирует методику исследования /измерения, правильно оценивает результат.
2	Хорошо	Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, допускает единичные ошибки в демонстрации методики исследования /измерения и оценке его результатов.
3	Удовлетворительно	Студент неправильно называет метод исследования, но при этом дает правильное название прибора. Допускает множественные ошибки в демонстрации методики исследования /измерения и оценке его результатов.
4	Неудовлетворительно	Студент неправильно называет метод исследования, дает неправильное название прибора. Не может продемонстрировать методику исследования /измерения, а также оценить результат.

## 2.6. Тест

а) типовые вопросы для тестирования:

1. Форму и размеры Земли определяют параметры, какие из них являются основными?

- a)  $a$  и  $a$
- b)  $a$  и  $b$
- c)  $e$  и  $a$
- d)  $e'$  и  $b$

2. Какой в настоящее время на территории России используется референц-эллипсоид?

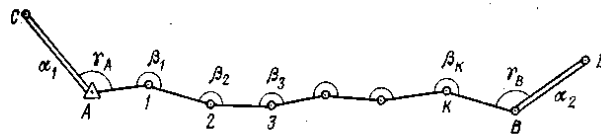
- a) Кларка
- b) Деламбра
- c) Красовского
- d) Бесселя

3. При решении топографо-геодезических и картографических задач в пределах одной или группы стран каждое государство за поверхность относимости принимает земной эллипсоид, имеющий определённые размеры и ориентировку в теле Земли, называемый:

- a) Геоид
- b) Референц-эллипсоид

- c) Квазигеоид
  - d) Общий земной эллипсоид
4. Как называется угол, между плоскостью экватора и нормалью к поверхности эллипсоида, проходящей через заданную точку?
- a) Геодезической долготой заданной точки
  - b) Астрономической широтой заданной точки
  - c) Геодезической широтой заданной точки
  - d) Геодезическим азимутом заданной точки
5. Как называется система закреплённых на местности точек земной поверхности, положение которых определено в общей системе координат или высот?
- a) Системой Гаусса-Крюгера
  - b) Геодезической сетью
  - c) Пунктами Лапласа
  - d) Системой меридианов и параллелей
6. Основной уровенной поверхностью является:
- a) Поверхность, совпадающая с поверхностью мирового океана
  - b) Поверхность, совпадающая со средним уровнем поверхности океанов
  - c) Поверхность общего земного эллипсоида
  - d) Поверхность референц-эллипсоида
7. Какие сечения являются главными нормальными сечениями?
- a) Сечения, образованные параллелями
  - b) Сечения, образованные экватором и параллелями
  - c) Сечения, образованные меридианом и первым вертикалом
  - d) Сечения, образованные меридианами и параллелями
8. Как называется геодезическая сеть, построенная в виде смежных треугольников, в которых измерены все углы и некоторые базисные стороны?
- a) Трилатерация
  - b) Полигонометрия
  - c) Триангуляция
  - d) Линейно-угловые
9. Какой класс точности построения геодезической сети даёт наивысшую точность измерений?
- a) II класс
  - b) I класс
  - c) IV класс
  - d) III класс
10. При создании Государственной геодезической сети 2 класса относительная средняя квадратическая ошибка измерения базисных сторон должна быть не более:
- a) 1: 300 000
  - b) 1: 400 000
  - c) 1: 200 000
  - d) 1: 150 000
11. Какую роль выполняют пункты Лапласа?
- a) Что и все пункты государственной сети, являются опорными для геодезической сети
  - b) Устанавливаются в начале и конце звена триангуляции
  - c) Для жёсткости и контроля ориентирования сети на отдельных пунктах
  - d) Для определения геодезической долготы, широты и азимутов
12. Как называется геодезическая сеть, построенная в виде смежных треугольников, в которых измерены все стороны?
- a) Трилатерация
  - b) Полигонометрия
  - c) Триангуляция

- d) Линейно-угловые
13. Звено триангуляции образуют треугольники, близкие к равносторонним, со стороной в соответствии с программой Красовского не менее:
- 7 км
  - 8 км
  - 20 км
  - 25 км
14. Метод построения опорной сети полигонометрия применяется:
- Относится к сетям сгущения
  - Создаётся только как местная городская сеть
  - Как и триангуляция является основным методом построения опорной геодезической сети
  - Выполняется только в виде диагональных ходов в полигонах триангуляции I класса
15. В триангуляции II класса углы должны быть не менее:
- $40^\circ$
  - $30^\circ$
  - $50^\circ$
  - $35^\circ$
16. Опорная геодезическая сеть I класса в нашей стране в основном создана методом:
- Комбинированные сети
  - Трилатерации
  - Полигонометрии
  - Триангуляции
17. Какие из геодезических знаков создают на остроконечных вершинах гор, если видимость по всем направлениям открывается с земли?
- Простые пирамиды
  - Туры
  - Простые сигналы
  - Сложные сигналы
18. При определении высоты знака, какой из параметров не берут во внимание?
- Расстояние от пункта, с которого ведётся наблюдение до препятствия, если оно имеется между пунктами
  - Радиус Земли
  - Коэффициент земной рефракции
  - Геодезическая широта наблюдаемого пункта
19. Какой метод создания опорной геодезической сети изображён на рисунке?



- Линейно-угловые сети
  - Трилатерация
  - Полигонометрия
  - Триангуляция
20. Какой из параметров не является определяющим при характеристике формы и размеров Земли?
- Первый вертикал
  - Большая полуось
  - Первый эксцентриситет
  - Полярное сжатие

21. От какой характеристики не зависит плотность геодезических пунктов при общегосударственном картографировании территории?
- От видимости между пунктами
  - От масштаба топографической съёмки
  - От метода выполнения топографической съёмки
  - От методов создания съёмочного геодезического обоснования
22. Почему Государственная геодезическая сеть в основном построена методом триангуляции?
- Этот метод широко применяется в других странах
  - Этот метод наиболее простой в проведении полевых работ
  - Этот метод разработан гораздо раньше всех остальных методов
  - Этот метод является наиболее точным в создании Государственных опорных геодезических сетей
23. Наиболее перспективным методом в построении опорных геодезических сетей является:
- Динамической триангуляции
  - Спутниковый метод
  - Трилатерация
  - Полигонометрия
24. Где при создании сети первого класса измеряются астрономические широта, долгота?
- На пунктах, являющихся исходными для сети низшего класса
  - На всех пунктах, так как требуется точная ориентировка каждого пункта высокоточной сети
  - В местах пересечения звеньев полигона
  - На пунктах Лапласа
25. Сеть, какого класса точности всегда создаётся в виде замкнутых полигонов составленных звеньями?
- VI
  - II
  - III
  - I
26. При вычислении априорной оценки точности геодезических сетей, что обозначают символом  $m$ ?
- Среднюю квадратическую погрешность измерения азимутов
  - Относительную погрешность измерения базисных линий
  - Среднюю квадратическую ошибку измеренных углов в треугольниках
  - Среднюю квадратическую ошибку единицы веса
27. Что определяют по следующей формуле?
- $$M = \sqrt{m^2_L + m^2_q}$$
- Средняя квадратическая ошибка азимута диагонали ряда
  - Средняя квадратическая ошибка положения конечной точки ряда
  - Продольный сдвиг ряда конечной точки ряда
  - Поперечный сдвиг ряда конечной точки ряда
28. При оценке качества геометрического построения звена необходимо определить:
- Продольный сдвиг конечной точки ряда
  - Поперечный сдвиг конечной точки ряда
  - Среднюю квадратическую ошибку измерения углов
  - Обратный вес сторон каждой фигуры
29. Средняя квадратическая ошибка измерений в углах сетей триангуляции I класса не превышала по программе Красовского
- 0,5-0,7"

- b) 0,7-0,9"
- c) 0,9-1,0"
- d) 1,0-2,0"

б) критерии оценивания:

При оценке знаний оценивания тестов учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	2	3
1	Отлично	если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 90% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный и полный ответ.
2	Хорошо	если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 75% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный ответ, но допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты.
3	Удовлетворительно	если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 50% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал непротиворечивый ответ, или при ответе допустил значительные неточности и не показал полноты.
4	Неудовлетворительно	если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно».
5	Зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
6	Не зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Поскольку учебная дисциплина призвана формировать несколько дескрипторов компетенций, процедура оценивания реализуется поэтапно:

**1-й этап:** оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными матрицей компетенций ООП (приложение к ООП). Экспертной оценке преподавателя подлежат уровни сформированности отдельных



дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля или промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения по дисциплине.

**2-этап:** интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

#### Характеристика процедур текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений обучающихся
1.	Экзамен	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале	Ведомость, зачетная книжка, учебная карточка, портфолио
2.	Зачет	По окончании семестра	Зачтено/не зачтено	Ведомость, зачетная книжка, учебная карточка, портфолио
3.	Защита лабораторной работы	Систематически на занятиях	По пятибалльной шкале	Лабораторная тетрадь, журнал успеваемости преподавателя
4.	Контрольная работа	В течение семестра	Зачтено/не зачтено	Журнал успеваемости преподавателя
5.	Опрос устный	Систематически на занятиях	По пятибалльной шкале	Журнал успеваемости преподавателя
6.	Тест	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале или зачтено/не зачтено	Журнал успеваемости преподавателя