

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

---



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Наименование дисциплины**

Теория фигур планет и гравиметрия

*(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*

**Разработчики:**

доцент, к.б.н.  
(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

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

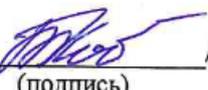
ассистент  
(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

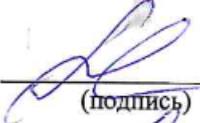
  
(подпись) /З.В. Никифорова/  
И. О. Ф.

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.

## Содержание:

1. Цель освоения дисциплины .....	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
3. Место дисциплины в структуре ОПОП специалитета .....	4
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по типам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	4
5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и типов учебных занятий. ....	6
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по типам учебных занятий и работы обучающихся (в академических часах). ....	6
5.1.1. Очная форма обучения .....	6
5.1.2. Заочная форма обучения .....	6
5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам.....	7
5.2.1. Содержание лекционных занятий .....	7
5.2.2. Содержание лабораторных занятий .....	8
5.2.3. Содержание практических занятий.....	9
5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	9
5.2.5. Темы контрольных работ .....	10
5.2.6. Темы курсовых проектов/ курсовых работ .....	10
6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	10
7. Образовательные технологии .....	11
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	12
8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	12
8.2. Перечень необходимого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения в том числе отечественного производства используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	13
8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, доступных обучающимся при освоении дисциплины .....	13
9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	13
10. Особенности организации обучения по дисциплине «Теория фигур планет и гравиметрия», для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	14

## 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теория фигур планет и гравиметрия» является формирование компетенций, обучающихся в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия».

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны обладать следующими компетенциями:

ПК – 1 способностью к топографо-геодезическому обеспечению изображения поверхности Земли в целом, отдельных территорий и участков земной поверхности наземными и аэрокосмическими методами, в том числе, владением методами полевых и камеральных работ по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных, гравиметрических сетей, а также координатных построений специального назначения

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

**знать:**

- принципы выполнения гравиметрических измерений; основные принципы построения государственных гравиметрических сетей и гравиметрических сетей специального назначения; принципы сбора и обобщения гравиметрической информации, методы выполнения гравиметрических работ; основные принципы поверки и эксплуатации гравиметрического оборудования (ПК-1)

**уметь:**

обрабатывать результаты гравиметрических измерений; обрабатывать и уравнивать данные гравиметрических измерений при создании сетей; производить оценку точности построенной гравиметрической сети; на стадии проектирования работ определять необходимую точность выполнения работ на основе исходной гравиметрической информации, подбирать пригодные для работы приборы; эксплуатировать гравиметрическое оборудование (ПК-1);

**владеть:**

математическим аппаратом для обработки результатов гравиметрических измерений; навыками интерпретировать результаты гравиметрических измерений; навыками проектирования и построения гравиметрических сетей; навыками проектирования производства комплекса геодезических измерений для обеспечения гравиметрических работ; навыками исследования и поверки гравиметрических приборов (ПК-1).

## 3. Место дисциплины в структуре ОПОП специалитета

Дисциплина Б1.В.09«Теория фигур планет и гравиметрия» реализуется в рамках Блока 1 «Дисциплины (модули)» вариативной части.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных в рамках изучения следующих дисциплин: «Высшая геодезия», «Спутниковые системы и технологии позиционирования», «Информатика».

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

Форма обучения	Очная	Заочная
1	2	3
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	9 семестр – 3 з.е.; 10 семестр – 4 з.е.; всего - 7 з.е.	10 семестр – 3 з.е.; 11 семестр – 4 з.е.; всего - 7 з.е.
Лекции (Л)	9 семестр – 26 часов	10 семестр – 8 часов

	10 семестр – 22 часа всего – 48 часов	11 семестр – 6 часов всего – 14 часов
Лабораторные занятия (ЛЗ)	9 семестр – 14 часов 10 семестр – 22 часа всего – 36 часов	10 семестр – 4 часа 11 семестр – 6 часов всего – 10 часов
Практические занятия (ПЗ)	9 семестр – 12 часов 10 семестр – 22 часа всего – 34 часа	10 семестр – 4 часа 11 семестр – 6 часов всего – 10 часов
Самостоятельная работа (СР)	9 семестр – 56 часов 10 семестр – 78 часов всего – 134 часа	10 семестр – 92 часа 11 семестр – 126 часов всего – 218 часов
<b>Форма текущего контроля:</b>		
Контрольная работа	семестр – 10	семестр – 11
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>		
Экзамены	10 семестр	11 семестр
Зачет	9 семестр	10 семестр
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 типов учебных занятий.

5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по типам учебных занятий и работы обучающихся (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 типам учебных занятий и работы обучающихся				Форма текущего контроля и промежуточной аттестации
				контактная			СР	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Раздел 1. Теория фигуры Земли и планет.	108	9	26	14	12	56	Зачет
2.	Раздел 2. Гравиметрия.	144	10	22	22	22	78	Контрольная работа Экзамен
<b>Итого:</b>		252		48	36	34	134	

5.1.2.Заочная форма обучения

№ п/ п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по типам учебных занятий и работы обучающихся				Форма текущего контроля и промежуточной аттестации
				контактная			СР	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Раздел 1. Теория фигуры Земли и планет.	108	10	8	4	4	92	Зачет
2.	Раздел 2. Гравиметрия.	144	11	6	6	6	126	Контрольная работа Экзамен
<b>Итого:</b>		252		14	10	10	218	

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам

### 5.2.1.Содержание лекционных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Раздел 1. Теория фигуры Земли и планет.	Задачи и методы дисциплины. Ее место и роль в геодезии. Развитие теории фигуры Земли и гравиметрии в историческом аспекте. Возможности и перспективы гравиметрического метода исследования поверхности и гравитационного поля Земли и планет. Гравитационные поля Земли и планет. Сила тяготения и ее потенциал. Потенциал силы тяжести и его свойства. Элементы дифференциальной геометрии гравитационного поля. Теория скалярного и векторного полей. Кривизна силовой линии и уровенной поверхности гравитационные поля Земли и планет. Формулы Грина для потенциала силы тяжести. Стоксовы постоянны. Краевые задачи теории потенциала. Разложение потенциала силы тяжести в ряд шаровых функций. Натуральная система координат. Нормальный потенциал и способы его выбора. Система координат в нормальном поле. Решение проблемы Стокса для эллипсоида вращения. Сила тяжести на поверхности уровенного эллипсоида. Теорема Клеро. Фундаментальные геодезические постоянные. Современная модель нормального гравитационного поля. Численная характеристика гравитационных полей Земли и планет. Аномальное гравитационное поле. Аномальный потенциал и его свойства. Аномалии силы тяжести (виды аномалий, гипотеза изостазии и изостатические аномалии, ковариационная функция аномалий силы тяжести, интерполирование аномалий силы тяжести и заполнение “белых пятен” мировой гравиметрической съёмки). Корреляционный анализ гравитационного поля на сфере. Дискретная задача М.С. Молоденского. Проблема обоснования сходимости решения дискретных задач к реально существующему внешнему гравитационному полю. Польза и вред регуляризации по Тихонову при решении задач физической геодезии. Геодезическая обратная задача теории потенциала и фигуры планет.
2.	Раздел 2. Гравиметрия.	Задачи и методы абсолютных и относительных определений силы тяжести. Абсолютные определения силы тяжести. Баллистический метод абсолютных определений. Приборы для абсолютных определений баллистическим методом. Физический и математический маятники. Результаты маятниковых абсолютных определений. Несимметричная и симметричная схемы движения пробной массы. Поправки. Источники ошибок. Мировая система пунктов абсолютных определений. Принципиальные основы маятникового метода относительных определений. Наблюдения по методу Венинг-Мейнеса на море. Маятниковые приборы. Роль относительных маятниковых определений на современном этапе развития гравиметрии. Баллистические и статические гравиметры. Относительные определения силы тяжести статическими гравиметрами. Классификация гравиметров. Теория механических гравиметров. Влияние внешней среды на показания гравиметров. Эталонирование гравиметров.

	Международные, национальные и местные гравиметрические полигоны. Метод наклона. Кварцевые астазированные гравиметры: узкодиапазонные (разведочные) и широкодиапазонные (геодезические). Струнные гравиметры. Гравиметры для регистрации приливных вариаций силы тяжести, для космических исследований. Мировая и национальная сети опорных пунктов. Опорная гравиметрическая сеть России. Проведение гравиметрических съёмок и гравиметрические сети. Методы проведения гравиметрических съёмок; многократно-групповых измерений. Региональные и детальные съёмки. Методика гравиметрической съёмки и ее геодезическое обеспечение. Гравиметрические карты. Гравиметрическая изученность Земли, Луны и планет.
--	--

### 5.2.2. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Раздел 1. Теория фигуры Земли и планет.	Применение гармонического анализа и синтеза для определения обобщенных фигур планет. Исходные данные для определения гравитационного поля планеты. Представление гравитационного поля планеты в виде разложения по сферическим функциям. Метод итераций для определения гравитационного поля и фигуры Луны и планет. Определение гравитационных полей Луны и планет. Методы вычисления уклонения отвеса и аномалий высот; использование гравиметрических данных при обработке геодезических измерений. Определение гравитационных полей Луны и планет. Требования к точности вычисления при решении задач высшей и космической геодезии. Оценка влияния ближних зон. Палетки для вычислений уклонений отвесных линий и высот квазигеоида в ближней зоне. Учет влияния дальних зон. Методы улучшения сходимости ряда Стокса. Среднее квадратическое влияние дальних зон.
	Раздел 2. Гравиметрия.	Принципиальные основы маятникового метода относительных определений. Наблюдения по методу Венинг-Мейнеса на море. Маятниковые приборы. Роль относительных маятниковых определений на современном этапе развития гравиметрии. Баллистические и статические гравиметры. Относительные определения силы тяжести статическими гравиметрами. Классификация гравиметров. Теория механических гравиметров. Влияние внешней среды на показания гравиметров. Эталонирование гравиметров. Международные, национальные и местные гравиметрические полигоны. Метод наклона. Кварцевые астазированные гравиметры: узкодиапазонные (разведочные) и широкодиапазонные (геодезические). Струнные гравиметры. Гравиметры для регистрации приливных вариаций силы тяжести, для космических исследований. Мировая и национальная сети опорных пунктов. Опорная гравиметрическая сеть России. Проведение гравиметрических съёмок и гравиметрические сети. Методы проведения гравиметрических съёмок; многократно-групповых измерений. Региональные и детальные съёмки. Методика

	гравиметрической съемки и ее геодезическое обеспечение. Гравиметрические карты.
--	---

### 5.2.3.Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Раздел 1. Теория фигуры Земли и планет.	Входное тестирование. Особенности измерения силы тяжести на подвижном основании. Возмущающие ускорения, их спектральные характеристики, влияние на показания прибора. Вертикальные и горизонтальные ускорения. Измерения динамическим методом. Вычисление поправок за приливное влияние Луны и Солнца. Морские маятниковые приборы и струнные гравиметры. Учет совместного влияния вертикальных и горизонтальных ускорений и искажений полезного сигнала. Методика морской гравиметрической съемки в океане и на шельфе. Навигационное обеспечение гравиметрических съёмок на море. Автоматизация обработки измерений. Аэрогравиметрическая съемка. Спутниковая альтиметрия. Изучение гравиметра абсолютного баллистического лазерного типа ГАБЛ-Э. Установка гравиметра на минимум чувствительности к наклону (исследование уровней). Исследование гравиметра на смещение нуля-пункта. Проложение и обработка гравиметрического рейса.
	Раздел 2. Гравиметрия.	Методика вычислений уклонений отвеса и высот квазигеоида по палеткам В.Ф.Еремеева Крутильные весы (вариометры). Уравнение равновесия крутильных весов. Гравитационные вариометры и градиентометры. Наблюдения и их обработка. Влияние рельефа. Вертикальный градиентометр. Измерение вторых производных на подвижном основании. Спутниковая градиентометрия. Теория скалярных и векторных полей. Наземная, самолетная и спутниковая градиентометрия. Фундаментальное уравнение спутниковой градиентометрии. Акселерометры и их использование в градиентометрии. Системы спутник-спутник; уравнение градиентометрии для системы спутник-спутник. Инерциальные геодезические системы. Применение градиентометров при изучении гравитационного поля планет. Приборы для градиентометрических измерений; перспективы и априорная оценка точности градиентометрических измерений. Измерение взаимного расстояния и скоростей спутников GRACE и CHAMP. Результаты работы спутника GOCE.

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

#### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1.	Раздел 1. Теория фигуры Земли и планет.	Изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторным занятиям. Подготовка к устному опросу. Подготовка к итоговому тестированию	[1-7]

		Подготовка к зачету.	
2.	Раздел2. Гравиметрия.	Изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторным занятиям. Подготовка к контрольной работе Подготовка к устному опросу. Подготовка к итоговому тестированию Подготовка к экзамену	[1-7]

### Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1.	Раздел 1. Теория фигуры Земли и планет.	Изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторным занятиям. Подготовка к устному опросу. Подготовка к итоговому тестированию Подготовка к зачету	[1-7]
2.	Раздел 2. Гравиметрия.	Изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе Подготовка к лабораторным занятиям. Подготовка к устному опросу. Подготовка к контрольной работе Подготовка к итоговому тестированию Подготовка к экзамену	[1-7]

#### 5.2.5. Темы контрольных работ

Тема «Вычисление аномалий силы тяжести в редукциях за свободный воздух и Буге».

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

*Учебным планом не предусмотрены*

### 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Организация деятельности студента
<p><b><u>Лекция</u></b> В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.</p>
<p><b><u>Лабораторное занятие</u></b> Работа в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.</p>

### **Практическое занятие**

Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов.

### **Самостоятельная работа**

Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в помещениях для самостоятельной работы, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя.

Самостоятельная работа в аудиторное время может включать:

- конспектирование (составление тезисов) лекций;
- выполнение контрольной работы;
- решение задач;
- работу со справочной и методической литературой;
- участие в тестировании и др.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из:

- повторение лекционного материала;
- подготовки к лабораторным работам и практическим занятиям;
- изучения учебной и научной литературы;
- подготовки к контрольной работе, тестированию и т.д.;
- выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их еженедельных консультациях.
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов.

### **Контрольная работа**

Теоретическая и практическая части контрольной работы выполняются по установленным темам (вариантам) с использованием практических материалов, полученных на лабораторных занятиях.

К каждой теме контрольной работы рекомендуется примерный перечень основных вопросов, список необходимой литературы. Необходимо изучить литературу, рекомендуемую для выполнения контрольной работы. Чтобы полнее раскрыть тему, следует использовать дополнительные источники и материалы. Инструкция по выполнению контрольной работы находится в методических материалах по дисциплине.

### **Подготовка к экзамену, зачету**

Подготовка студентов к экзамену, зачету включает три стадии:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену, зачету;
- подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билете.

## **7. Образовательные технологии**

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Теория фигур планет и гравиметрия»

### **Традиционные образовательные технологии**

Дисциплина «Теория фигур планет и гравиметрия» проводится с использованием традиционных образовательных технологий ориентирующиеся на организацию образовательного 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 «Теория фигур планет и гравиметрия» 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 «Теория фигур планет и гравиметрия» 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. Орленок В.В. Глобальный вулканизм и океанизация Земли и планет [Электронный ресурс]: монография/ Орленок В.В.— Электрон. текстовые данные.— Калининград: Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2010.— 196 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7358>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Рагузина Л.М. Теоретические основы и практическое применение методов волюмометрии и гравиметрии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Рагузина Л.М., Мишукова Т.Г.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 118 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51720>.— ЭБС «IPRbooks».

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

3. Кочетова, Э.Ф. Инженерная геодезия: учебно-методическое пособие / Э.Ф. Кочетова, Г.А. Шеховцов, И.И. Акрицкая. — Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2020. — 87 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/107414.html>

4. Михайлов А.Ю. Инженерная геодезия в вопросах и ответах [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ А.Ю.Михайлов – Москва: [Инфра-Инженерия](#), 2016-200с. ; –URL: <http://www.iprbookshop.ru/51720>

5. Бровар В.В. Гравитационное поле в задачах инженерной геодезии. М.: Недра. - 1983. - 112 с.

6. Закатов П.С. Курс высшей геодезии [Электронный ресурс]/ П.С. Закатов. – Москва: Недра, 1976.с.512; –URL:  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=447979](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=447979)

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

6. Шавула В.А. Методические указания к практическим занятиям. – Астрахань: АГАСУ, 2017. – 25 с.; <http://edu.aucu.ru>

**г) перечень онлайн курсов:**

7. Официальный сайт компании Autodesk. Раздел справка по AutoCAD (<http://help.autodesk.com/view/ACD/2016/RUS/>)

**8.2. Перечень необходимого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения в том числе отечественного производства используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

1. 7-Zip GNU
2. Office 365 A1.
3. Adobe AcrobatReader DC.
4. Internet Explorer
5. Apache Open Office. Apache license 2.0
6. Google Chrome
7. VLC media player
8. Azure Dev ToolsforTeaching
9. Kaspersky EndpointSecurity.

**8.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, доступных обучающимся при освоении дисциплины**

1. Электронная информационно-образовательная среда Университета: (<http://moodle.aucu.ru>);
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека» (<https://biblioclub.com/>);
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» ([www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)).
4. Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru/>)
5. Консультант + (<http://www.consultant-urist.ru/>).
6. Федеральный институт промышленной собственности (<http://www.fips.ru/>)
7. Патентная база USPTO (<http://www.uspto.gov/patentes-application-process/search-patents>)

**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.	<p><b>Аудитория для лекционных занятий:</b> 414056, г. Астрахань, ул. Татищева №18 б, № 207, № 208</p> <p><b>Аудитория для лабораторных занятий:</b> 414056, г. Астрахань, ул. Татищева №18 б, № 207, № 208</p> <p><b>Аудитории для практических занятий:</b> 414056, г. Астрахань, ул. Татищева №18 б, № 207, № 208</p> <p><b>Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций:</b> 414056, г. Астрахань, ул. Татищева №18 б, №</p>	<p><b>№207</b> Комплект учебной мебели Компьютеры: 15 шт. Демонстрационное оборудование Учебно-наглядные пособия Наборы аэро- и космических снимков Нивелиры: 3Н-ЗКЛ, Н-3, Н-ЗКЛ, НВ-1, нивелир лазерный – НЛ-20К. Электронный теодолит VEGA ТЕО-20, Тахеометр СХ-105 Переносной мультимедийный комплект Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»</p>

	207, № 208 <b>Аудитории для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> 414056, г. Астрахань, ул. Татищева №18 б, № 207, № 208	<b>№ 208</b> Комплект учебной мебели Компьютер – 1 шт. Демонстрационное оборудование Учебно-наглядные пособия Стационарный мультимедийный комплект Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»
2.	<b>Аудитории для самостоятельной работы:</b>  414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 22а, № 201, 203;  414056, г. Астрахань, ул. Татищева № 18а, библиотека, читальный зал	<b>№ 201</b> Комплект учебной мебели Компьютеры – 8 шт. Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет» <b>№ 203</b> Комплект учебной мебели Компьютеры – 8 шт. Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет» <b>Библиотека, читальный зал,</b> Комплект учебной мебели Компьютеры – 4 шт. Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»
3.	<b>Аудитория для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</b> 414056, г. Астрахань, ул. Татищева №18б, № 211	<b>№ 211</b> Стеллажи, инструменты для профилактики и хранения геодезического оборудования, геодезические приборы и оборудования: Рейка телескопическая 5 м с уровнем, в чехле –4 шт. Штатив алюминиевый s6 –2 шт. Штатив алюминиевый s6-2 Рейка геодезическая –12 шт. Отражатель vega sp02t –1 шт. Тахеограф тг-б (линейка) –4 шт. Курвиметр км –4 шт.

#### **10. Особенности организации обучения по дисциплине «Теория фигур планет и гравиметрия», для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления дисциплина «Теория фигур планет и гравиметрия» реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальных особенностей).

**Лист внесения дополнений и изменений  
в рабочую программу и оценочные и методические материалы дисциплины  
Теория фигур планет и гравиметрия  
(наименование дисциплины)**

**на 2023- 2024 учебный год**

Рабочая программа и оценочные и методические материалы пересмотрены на заседании кафедры «Геодезия, кадастровый учет»,

протокол № 11 от 27.06.2023г.

Зав. кафедрой  
Доцент, к.б.н  
(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

  
(подпись) / С.Р. Кособокова /  
И.О.Ф.

В титульный лист рабочей программы и оценочные методические материалы и вносятся следующие изменения:

Заглавие следует читать в следующей редакции:

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

Составители изменений и дополнений:

Доцент, к.б.н  
(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

  
(подпись) / С.Р. Кособокова /  
И.О.Ф.

Председатель МКС «Прикладная геодезия»  
Направленность (профиль) «Инженерная геодезия»

доцент, к.б.н.  
(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

  
(подпись) / С.Р. Кособокова /  
И. О. Ф.

«27» июня 2023г.

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине**  
**«Теория фигур планет и гравиметрия»**  
**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 «Теория фигур планет и гравиметрия» 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 – *доцент, к.б.н. Стрелков*)

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

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Теория фигур планет и гравиметрия» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 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 *вариативной* части учебного цикла Блок 1 «Дисциплины (модули)».

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

В соответствии с Программой за дисциплиной «Теория фигур планет и гравиметрия» закреплены 1 *компетенция*, 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.

Учебная дисциплина «Теория фигур планет и гравиметрия» 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 «Теория

**фигур планет и гравиметрия»** 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 **«Теория фигур планет и гравиметрия»** 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 **21.05.01 «Прикладная геодезия»**.

Оценочные и методические материалы по дисциплине **«Теория фигур планет и гравиметрия»** представлены: 1) типовые задания для проведения промежуточной аттестации: типовые вопросы к зачету, типовые вопросы к экзамену; 2) типовые задания для проведения текущего контроля: типовые задания для контрольной работы, типовые задания для устного опроса; типовые задания для входного и итогового тестирования; 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 **«Теория фигур планет и гравиметрия»** в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

#### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочные и методические материалы дисциплины **«Теория фигур планет и гравиметрия»** ОПОП ВО по специальности **21.05.01 «Прикладная геодезия»**, по программе *специалитета*, разработанная *доцентом к.б.н. Стрелковым С.П.* соответствуют 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**  
**«Теория фигур планет и гравиметрия»**  
**ОПОП ВО по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия»,**  
**специализация «Инженерная геодезия»**  
**по программе специалитета**

Кособоковой С.Р., (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине **«Теория фигур планет и гравиметрия»** 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 – **доцент, к.б.н. Стрелков**)

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

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины **«Теория фигур планет и гравиметрия»** (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 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 **вариативной** части учебного цикла Блок 1 «Дисциплины (модули)».

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

В соответствии с Программой за дисциплиной **«Теория фигур планет и гравиметрия»** закреплены **1 компетенция**, 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.

Учебная дисциплина **«Теория фигур планет и гравиметрия»** 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 **«Теория**

**фигур планет и гравиметрия»** 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 **«Теория фигур планет и гравиметрия»** 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 **21.05.01 «Прикладная геодезия»**.

Оценочные и методические материалы по дисциплине **«Теория фигур планет и гравиметрия»** представлены: 1) типовые задания для проведения промежуточной аттестации: типовые вопросы к зачету, типовые вопросы к экзамену; 2) типовые задания для проведения текущего контроля: типовые задания для контрольных работ; типовые задания для устного опроса; типовые задания для входного и итогового тестирования; 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 **«Теория фигур планет и гравиметрия»** в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

#### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочные и методические материалы дисциплины **«Теория фигур планет и гравиметрия»** ОПОП ВО по специальности **21.05.01 «Прикладная геодезия»**, по программе *специалитета*, разработанная *доцентом к.б.н. Стрелковым С.П.* соответствуют 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 «Теория фигур планет и гравиметрия»**  
**по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия»,**  
**специализации «Инженерная геодезия»**

**Общая трудоемкость дисциплины** составляет 7 зачетных единиц.  
**Форма промежуточной аттестации:** зачет, экзамен.

**Целью** учебной дисциплины «Теория фигур планет и гравиметрия» является формирование компетенций, обучающихся в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия».

**Учебная дисциплина Б1.В.09 «Теория фигур планет и гравиметрия» входит в Блок 1 «Дисциплины (модули)» вариативной части.** Для освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении следующих дисциплин: «Высшая геодезия», «Спутниковые системы и технологии позиционирования», «Информатика».

**Краткое содержание дисциплины:**

**Раздел 1.** Теория фигуры Земли и планет.

**Раздел 2.** Гравиметрия.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(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»)

---



УТВЕРЖДАЮ

*Первый проректор*

/ И.Ю. Петрова /

(подпись) И. О. Ф.

«25» апреля 2019г.

## ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Наименование дисциплины

Теория фигур планет и гравиметрия

*(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*

**Разработчики:**

доцент, к.б.н.  
(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

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

ассистент  
(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

  
\_\_\_\_\_/ З.В. Никифорова/  
(подпись) И. О. Ф.

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

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

**Согласовано:**

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

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

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

## СОДЕРЖАНИЕ:

1. Оценочные и методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	4
1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....	4
1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....	6
1.2.1. Перечень оценочных средств текущего контроля успеваемости .....	6
1.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	7
1.2.3. Шкала оценивания .....	9
2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	10
3. Перечень и характеристики процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций .....	146
Приложение 1 .....	15
Приложение 2.....	17
Приложение 3.....	20
Приложение 4.....	27
Приложение 5.....	28
Приложение 6.....	29

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

Оценочные и методические материалы являются неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины (далее РПД) и представлены в виде отдельного документа.

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

Индекс и формулировка компетенции	Индикаторы достижений компетенций, установленные ОПОП	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.5.1 РПД)		Формы контроля с конкретизацией задания
		1	2	
1	2	3	4	6
ПК – 1 способностью к топографо-геодезическому обеспечению изображения поверхности Земли в целом, отдельных территорий и участков земной поверхности наземными и аэрокосмическими методами, в том числе, владением методами полевых и камеральных работ по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных, гравиметрических сетей, а также координатных построений специального назначения	<b>Знать:</b> принципы выполнения гравиметрических измерений; основные принципы построения государственных гравиметрических сетей и гравиметрических сетей специального назначения; принципы сбора и обобщения гравиметрической информации, методы выполнения гравиметрических работ; основные принципы проверки и эксплуатации гравиметрического оборудования.		X	1. Вопросы к экзамену (с 1 по 28) 2. Вопросы к зачету (с 1 по 31) 3. Вопросы к опросу (устный) 4. Комплект заданий для тестов (задания с 1 по 15)
	<b>Уметь:</b> обрабатывать результаты гравиметрических измерений; обрабатывать и уравнивать данные гравиметрических измерений при создании сетей; производить оценку точности построенной гравиметрической сети; на стадии проектирования работ определять необходимую точность выполнения работ на основе исходной гравиметрической информации, подбирать пригодные для работы приборы; эксплуатировать гравиметрическое оборудование	X	X	1. Вопросы к экзамену (с 29 по 49) 2. Вопросы к зачету (с 32 по 44) 3. Вопросы к опросу (устный) 4. Контрольная работа
	<b>Владеть:</b>	X	X	1. Вопросы к экзамену (с 29 по

	<p>математическим аппаратом для обработки результатов гравиметрических измерений; навыками интерпретировать результаты гравиметрических измерений; навыками проектирования и построения гравиметрических сетей; навыками проектирования производства комплекса геодезических измерений для обеспечения гравиметрических работ; навыками исследования и поверки гравиметрических приборов</p>			<p>49)  2. Вопросы к зачету (с 32 по 44)  3. Вопросы к опросу (устный)  4. Контрольная работа</p>
--	--	--	--	---

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

### 1.2.1. Перечень оценочных средств текущего контроля успеваемости

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)	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде опроса студентов	Вопросы по темам/разделам дисциплины
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 – 1 способностью к топографо-геодезическому обеспечению изображения поверхности Земли в целом, отдельных территорий и участков земной поверхности наземными и аэрокосмическим и методами, в том числе, владением методами полевых и камеральных работ по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных, гравиметрических сетей, а также	Знает: принципы выполнения гравиметрических измерений; основные принципы построения государственных гравиметрических сетей и гравиметрических сетей специального назначения; принципы сбора и обобщения гравиметрической информации, методы выполнения гравиметрических работ; основные принципы поверки и эксплуатации гравиметрического оборудования.	Обучающийся не знает и не понимает принципы выполнения гравиметрических измерений; основные принципы построения государственных гравиметрических сетей и гравиметрических сетей специального назначения; принципы сбора и обобщения гравиметрической информации, методы выполнения гравиметрических работ; основные принципы поверки и эксплуатации гравиметрического оборудования.	Обучающийся знает принципы выполнения гравиметрических измерений; основные принципы построения государственных гравиметрических сетей и гравиметрических сетей специального назначения; принципы сбора и обобщения гравиметрической информации, методы выполнения гравиметрических работ; основные принципы поверки и эксплуатации гравиметрического оборудования в типовых ситуациях.	Обучающийся знает и понимает принципы выполнения гравиметрических измерений; основные принципы построения государственных гравиметрических сетей и гравиметрических сетей специального назначения; принципы сбора и обобщения гравиметрической информации, методы выполнения гравиметрических работ; основные принципы поверки и эксплуатации гравиметрического оборудования в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает и понимает принципы выполнения гравиметрических измерений; основные принципы построения государственных гравиметрических сетей и гравиметрических сетей специального назначения; принципы сбора и обобщения гравиметрической информации, методы выполнения гравиметрических работ; основные принципы поверки и эксплуатации гравиметрического оборудования. в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
	Умеет: обрабатывать результаты	Обучающийся не умеет обрабатывать результаты	Обучающийся умеет обрабатывать результаты	Обучающийся умеет обрабатывать результаты	Обучающийся умеет обрабатывать результаты гравиметрических измерений;

координатных построений специального назначения	гравиметрических измерений; обрабатывать и уравнивать данные гравиметрических измерений при создании сетей; производить оценку точности построенной гравиметрической сети; на стадии проектирования работ определять необходимую точность выполнения работ на основе исходной гравиметрической информации, подбирать пригодные для работы приборы; эксплуатировать гравиметрическое оборудование.	гравиметрических измерений; обрабатывать и уравнивать данные гравиметрических измерений при создании сетей; производить оценку точности построенной гравиметрической сети; на стадии проектирования работ определять необходимую точность выполнения работ на основе исходной гравиметрической информации, подбирать пригодные для работы приборы; эксплуатировать гравиметрическое оборудование.	гравиметрических измерений; обрабатывать и уравнивать данные гравиметрических измерений при создании сетей; производить оценку точности построенной гравиметрической сети; на стадии проектирования работ определять необходимую точность выполнения работ на основе исходной гравиметрической информации, подбирать пригодные для работы приборы; эксплуатировать гравиметрическое оборудование в типовых ситуациях.	гравиметрических измерений; обрабатывать и уравнивать данные гравиметрических измерений при создании сетей; производить оценку точности построенной гравиметрической сети; на стадии проектирования работ определять необходимую точность выполнения работ на основе исходной гравиметрической информации, подбирать пригодные для работы приборы; эксплуатировать гравиметрическое оборудование в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	обрабатывать и уравнивать данные гравиметрических измерений при создании сетей; производить оценку точности построенной гравиметрической сети; на стадии проектирования работ определять необходимую точность выполнения работ на основе исходной гравиметрической информации, подбирать пригодные для работы приборы; эксплуатировать гравиметрическое оборудование в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
	Владеет: математическим аппаратом для обработки результатов гравиметрических измерений; навыками интерпретировать результаты гравиметрических	Обучающийся не владеет математическим аппаратом для обработки результатов гравиметрических измерений; навыками интерпретировать результаты гравиметрических	Обучающийся владеет математическим аппаратом для обработки результатов гравиметрических измерений; навыками интерпретировать результаты гравиметрических	Обучающийся владеет математическим аппаратом для обработки результатов гравиметрических измерений; навыками интерпретировать результаты гравиметрических	Обучающийся владеет математическим аппаратом для обработки результатов гравиметрических измерений; навыками интерпретировать результаты гравиметрических измерений; навыками проектирования и построения гравиметрических сетей; навыками проектирования производства комплекса

	измерений; навыками проектирования и построения гравиметрических сетей; навыками проектирования производства комплекса геодезических измерений для обеспечения гравиметрических работ; навыками исследования и поверки гравиметрических приборов.	измерений; навыками проектирования и построения гравиметрических сетей; навыками проектирования производства комплекса геодезических измерений для обеспечения гравиметрических работ; навыками исследования и поверки гравиметрических приборов.	измерений; навыками проектирования и построения гравиметрических сетей; навыками проектирования производства комплекса геодезических измерений для обеспечения гравиметрических работ; навыками исследования и поверки гравиметрических приборов в типовых ситуациях.	построения гравиметрических сетей; навыками проектирования производства комплекса геодезических измерений для обеспечения гравиметрических работ; навыками исследования и поверки гравиметрических приборов в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	геодезических измерений для обеспечения гравиметрических работ; навыками исследования и поверки гравиметрических приборов 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-балльной 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 (Приложение 1)

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. 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.

**2.2. Зачет**

а) типовые вопросы (Приложение 2)

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 вопросы (задания) (Приложение 3)

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 её в кавычки и указать источник с указанием фамилии автора, названия произведения, места и города издания, тома, 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 превосходящие норму, при которой может быть выставлена оценка «3», и 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 работа выполнена не самостоятельно.

**2.4. Опрос (устный)**

а) типовые вопросы к опросу (Приложение 4)

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 приёмов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
5. Современность 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	2	3
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 даёт 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 серьёзным препятствием к успешному овладению последующим материалом

## 2.5. Тест

- а) типовой комплект заданий для входного тестирования (Приложение 5)  
 типовой комплект заданий для итогового тестирования (Приложение 6)

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 зачетной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
6.	Незачтено	Выставляется при соответствии параметрам зачетной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

### **3. Перечень и характеристики процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедура проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине регламентируется локальным нормативным актом

#### **Перечень и характеристика процедуры текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Виды выставляемых оценок	Форма учета
1.	Экзамен	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале	Ведомость, зачетная книжка, портфолио
2.	Зачет	По окончании семестра	Зачтено/не зачтено	Ведомость, зачетная книжка, портфолио
3.	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	2 раза в семестр: раз в начале изучения дисциплины и по	По пятибалльной шкале или зачтено/не зачтено	Журнал успеваемости преподавателя

Типовые вопросы к экзамену

**ПК-1 (знать):**

1. Задачи и методы абсолютных и относительных определений силы тяжести.
2. Абсолютные определения силы тяжести.
3. Баллистический метод абсолютных определений.
4. Приборы для абсолютных определений баллистическим методом.
5. Физический и математический маятники.
6. Результаты маятниковых абсолютных определений.
7. Несимметричная и симметричная схемы движения пробной массы.
8. Поправки. Источники ошибок.
9. Мирровая система пунктов абсолютных определений.
10. Принципиальные основы маятникового метода относительных определений.
11. Наблюдения по методу Венинг-Мейнеса на море.
12. Маятниковые приборы.
13. Роль относительных маятниковых определений на современном этапе развития гравиметрии.
14. Баллистические и статические гравиметры.
15. Относительные определения силы тяжести статическими гравиметрами. Классификация гравиметров.
16. Теория механических гравиметров.
17. Влияние внешней среды на показания гравиметров.
18. Эталонирование гравиметров. Международные, национальные и местные гравиметрические полигоны. Метод наклона.
19. Кварцевые астазированные гравиметры: узкодиапазонные (разведочные) и широкодиапазонные (геодезические).
20. Струнные гравиметры.
21. Гравиметры для регистрации приливных вариаций силы тяжести, для космических исследований.
22. Мирровая и национальная сети опорных пунктов.
23. Опорная гравиметрическая сеть России.
24. Проведение гравиметрических съёмок и гравиметрические сети.
25. Методы проведения гравиметрических съёмок; многократно-групповых измерений.
26. Региональные и детальные съёмки.
27. Методика гравиметрической съёмки и ее геодезическое обеспечение.
28. Гравиметрические карты. Гравиметрическая изученность Земли, Луны и планет.

**ПК-1 (уметь, владеть)**

29. Принципиальные основы маятникового метода относительных определений.
30. Наблюдения по методу Венинг-Мейнеса на море.
31. Маятниковые приборы.
32. Роль относительных маятниковых определений на современном этапе развития гравиметрии.
33. Баллистические и статические гравиметры.
34. Относительные определения силы тяжести статическими гравиметрами.
35. Классификация гравиметров.
36. Теория механических гравиметров.
37. Влияние внешней среды на показания гравиметров.
38. Эталонирование гравиметров.
39. Международные, национальные и местные гравиметрические полигоны.
40. Метод наклона. Кварцевые астазированные гравиметры: узкодиапазонные (разведочные) и широкодиапазонные (геодезические).
41. Струнные гравиметры.
42. Гравиметры для регистрации приливных вариаций силы тяжести, для космических исследований.

43. Мировая и национальная сети опорных пунктов.
44. Опорная гравиметрическая сеть России.
45. Проведение гравиметрических съёмок и гравиметрические сети.
46. Методы проведения гравиметрических съёмок; многократно-групповых измерений.
47. Региональные и детальные съёмки.
48. Методика гравиметрической съёмки и ее геодезическое обеспечение.
49. Гравиметрические карты.

**Типовые вопросы к зачету по дисциплине**

**ПК-1 (знать):**

1. Задачи и методы дисциплины.
2. Ее место и роль в геодезии.
3. Развитие теории фигуры Земли и гравиметрии в историческом аспекте.
4. Возможности и перспективы гравиметрического метода исследования поверхности и гравитационного поля Земли и планет.
5. Гравитационные поля Земли и планет.
6. Сила тяготения и ее потенциал.
7. Потенциал силы тяжести и его свойства.
8. Элементы дифференциальной геометрии гравитационного поля.
9. Теория скалярного и векторного полей.
10. Кривизна силовой линии и уровенной поверхности гравитационные поля Земли и планет.
11. Формулы Грина для потенциала силы тяжести.
12. Стоксовы постоянны.
13. Краевые задачи теории потенциала.
14. Разложение потенциала силы тяжести в ряд шаровых функций.
15. Натуральная система координат.
16. Нормальный потенциал и способы его выбора.
17. Система координат в нормальном поле.
18. Решение проблемы Стокса для эллипсоида вращения.
19. Сила тяжести на поверхности уровенного эллипсоида.
20. Теорема Клеро.
21. Фундаментальные геодезические постоянные.
22. Современная модель нормального гравитационного поля.
23. Численная характеристика гравитационных полей Земли и планет.
24. Аномальное гравитационное поле.
25. Аномальный потенциал и его свойства.
26. Аномалии силы тяжести (виды аномалий, гипотеза изостазии и изостатические аномалии, ковариационная функция аномалий силы тяжести, интерполирование аномалий силы тяжести и заполнение “белых пятен” мировой гравиметрической съёмки).
27. Корреляционный анализ гравитационного поля на сфере.
28. Дискретная задача М.С. Молоденского.
29. Проблема обоснования сходимости решения дискретных задач к реально существующему внешнему гравитационному полю.
30. Польза и вред регуляризации по Тихонову при решении задач физической геодезии.
31. Геодезическая обратная задача теории потенциала и фигуры планет.

**ПК-1 (уметь, владеть):**

32. Применение гармонического анализа и синтеза для определения обобщенных фигур планет.
33. Исходные данные для определения гравитационного поля планеты.
34. Представление гравитационного поля планеты в виде разложения по сферическим функциям.
35. Метод итераций для определения гравитационного поля и фигуры Луны и планет.

36. Определение гравитационных полей Луны и планет.
37. Методы вычисления уклонения отвеса и аномалий высот; использование гравиметрических данных при обработке геодезических измерений.
38. Определение гравитационных полей Луны и планет.
39. Требования к точности вычисления при решении задач высшей и космической геодезии.
40. Оценка влияния ближних зон.
41. Палетки для вычислений уклонений отвесных линий и высот квазигеоида в ближней зоне.
42. Учет влияния дальних зон.
43. Методы улучшения сходимости ряда Стокса.
44. Среднее квадратическое влияние дальних зон.

**Типовые задания к контрольной работе  
ПК-1 (уметь, владеть)**

Тема «Вычисление аномалий силы тяжести в редукциях за свободный воздух и Буге».

Цель работы: ознакомиться с методикой вычисления гравитационных аномалий и получить представление об их величине в различных регионах и морфоструктурах земного шара.

Содержание: вычислить аномалии силы тяжести в свободном воздухе и Буге для точек, расположенных:

- 1) на поверхности Земли в равнинном районе;
- 2) на поверхности Земли в горном районе;
- 3) на поверхности моря;
- 4) на дне моря;
- 5) над Землей;
- 6) в скважине.

Исходные данные для выполнения контрольной работы приведены в таблице № 4.1, номер варианта равен двум последним цифрам номера зачетной книжки.

*1. Основные сведения из теории.*

Гравитационной аномалией силы тяжести называется разность между измеренными и нормальными значениями силы тяжести в данной точке на физической поверхности Земли:

$$\Delta g = g - \gamma = \left( \gamma_0 + \frac{d\gamma_0}{dH^\gamma} \cdot H^\gamma \right) \quad (1)$$

где  $\frac{d\gamma_0}{dH^\gamma}$  - вертикальный градиент нормальной силы тяжести, равный  $-0.3086$  мГал/м;

$H^\gamma$  - нормальная высота точки, м;

$\gamma_0$  - нормальное значение силы тяжести на поверхности эллипсоида

$$\gamma_0 = 978030 \left( 1 + 5.302 \cdot 10^{-3} \sin^2 B - 7 \cdot 10^{-6} \sin^2 2B \right) - 14 \text{ мГал}, \quad (2)$$

где  $B$  – геодезическая широта места наблюдения.

В гравиметрии широкое распространение получили аномалии: в свободном воздухе и Буге

$$\Delta g_{\text{св}} = g - (\gamma_0 + \delta g_1) \quad (3)$$

$$\Delta g_{\text{Б}} = g - (\gamma_0 + \delta g_1) + \delta g_2 \quad (4)$$

где  $\delta g_1$  - поправка за высоту точки  $H^\gamma$  над уровнем моря, в мГал

$$\delta g_2 = -2\pi\bar{\rho} \cdot H^\gamma \cdot 10^5 \text{ (мГал)} \quad (5)$$

$\Delta g_2$ - поправка, учитывающая влияние масс, заключенных между уровнем точки наблюдения и поверхностью геоида, представляющих промежуточный плоскопараллельный слой толщиной  $H^\gamma$ . Её значение вычисляется по формуле:

$$\delta g_2 = -2\pi f \bar{\rho} \cdot H^y \cdot 10^5 \text{ (мГал)} \quad (6)$$

где  $f$  - гравитационная постоянная, равная  $6.67 \cdot 10^{-11}$  м/кг·с<sup>2</sup>;

$\pi = 3,1416$ ;

$\bar{\rho} = 2.67 \cdot 10^3$  кг/см<sup>3</sup> - средняя плотность пород промежуточного слоя.

Если сила тяжести измерена на дне моря или на глубине  $h_m$  под его поверхностью, то для получения гравитационной аномалии на поверхности моря необходимо ввести поправку за глубину и за притяжения водного слоя между уровнем моря и точкой наблюдения. Влияние притяжения водного слоя над точкой наблюдения на силу тяжести равно двойной величине притяжения этого слоя, так как слой, находясь сверху, уменьшает силу тяжести, а находясь внизу, когда точка наблюдения перенесена на уровень моря, увеличивает её на ту же величину  $\delta g_3$ , которую можно определить по формуле:

$$\delta g_3 = -2 \cdot 2\pi f \bar{\rho}_m \cdot h_m \cdot 10^5 \text{ (мГал)} \quad (7)$$

где  $\bar{\rho}_m$  - средняя плотность морской воды, равная  $1.03 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>

$h_m$  - глубина от поверхности моря до точки наблюдения (отрицательная), м.

Аналогичные рассуждения справедливы и для случаев изменения  $g$  в скважинах и в шахтах с той лишь разницей, что в качестве  $\bar{\rho}$  нужно брать среднюю плотность горных пород, заключенных в слое толщиной  $h_c$  над точкой наблюдения.

## 2. Вычисление аномалий силы тяжести в редукции за свободный воздух.

Для точек 1 и 2, расположенных на поверхности Земли:

$$\Delta g_{св.в} = g - (\gamma_0 + \delta g_1) \quad (8)$$

Точка 3 находится на поверхности моря, где  $H^y$ . Поэтому, согласно теории Молоденского М.С., в первом приближении имеем:

$$\Delta g_{св.в} = g - \gamma_0 \quad (9)$$

Если сила тяжести измерена на дне моря (точка 4) на глубине  $h_m$ , то для получения аномалии  $\Delta g_{св.в}$  необходимо применить формулу:

$$\Delta g_{св.в} = g - (\gamma_0 + \delta g_1) + \delta g_3 \quad (10)$$

Следует помнить, что при вычислении поправки  $\delta g_1$  необходимо вместо  $H^y$  брать отрицательную величину  $h_m$ . Сумма поправок  $\delta g_1$  и  $\delta g_3$  дает редукцию к уровню моря.

Для точки 5 высота складывается из нормальной высоты  $H^y$  и высоты полета летательного аппарата  $h_n$  над физической поверхностью Земли, то есть,

$$H = H^y + h_n \quad (11)$$

Аномалия  $\Delta g_{св.в}$  для этой точки вычисляется по формуле (8), в которой при вычислении  $\delta g_1$  вместо  $H^y$  необходимо брать величину  $H$  из (11).

Аномалия силы тяжести для точки 6, расположенной в скважине на глубине  $h_c$  от поверхности Земли, вычисляется по формуле (10).

В этом случае, при вычислении поправки  $\delta g_1$ , необходимо брать высоту:

$$H = H^y + h_c \quad (12)$$

При вычислении поправки  $\delta g_3$  величину  $\bar{\rho}$  следует принимать равной средней

плотности горных пород в слое, над точкой наблюдения, толщиной  $h_c$ .

Глубина  $h_c$  - величина отрицательная.

Все расчёты ведутся в табличной форме:

Вычисление аномалий силы тяжести в редукции за свободный воздух

Таблица 1

№ точек	B °,'	$H^y$ , м	$h_{к}$ , м	$H^y + h_c$ , м	g, мГал	$\gamma_0$ , мГал	$\delta g_1$ , мГал	$\gamma$ , мГал	$\delta g_3$ , мГал	$\Delta g_{св.}$ , мГал
1	52°13'	5	0	5	98127	981248	-1.5	98124	-	27.4
2	36° 48'	384	0	384	97985	979870	-118.5	97975	-	99.1
3	4 °22'	0	0	0	97807	978045	0	97904	-	26.9
4	25° 45'	0	-125	-125	97906	978990	38.6	97902	10.8	51.0
5	67° 17'	143	500	643	98219	982424	-198.2	98222	-	-34.1
6	48° 50'	125	-40	85	98092	980947	-26.2	98092	8.9	-12.2

Поправку  $\delta g_3$ , вычислить с плотностью  $\bar{\rho} = 2.67 \cdot 10^3 \text{ кг/см}^3$

$h_c$ - высоты точек над или под поверхностями Земли или моря

### 3. Вычисление аномалий силы тяжести в редукции Буге.

При вычислении аномалий Буге следует различать два случая:

- 1) точка наблюдения расположена на суше;
- 2) точка наблюдения расположена на море.

В первом случае для точек 1, 2, 5, 6, расположенных на суше, аномалия Буге вычисляется по формуле:

$$\Delta g_B = \Delta g_{св.в.} + \delta g_2 \quad (13)$$

Для точек 3 и 4, расположенных на море, поправка за влияние промежуточного слоя вычисляется по формуле:

$$\delta g_2 = -2\pi f(\bar{\rho} - \bar{\rho}_M) \cdot h_M \quad (14)$$

Аномалия Буге в этом случае вычисляется по формулам (13) с учетом  $\delta g_2$ , вычисленной по формуле (14).

Вычисление аномалий силы тяжести в редукции Буге

Таблица 2

№ точек	$H^y$ , м	h, м	$\Delta g_{св.в.}$ , мГал	$\delta g_2$ , мГал	$\Delta g_B$ , мГал
1	5	0		-0.6	26.8
2	384	0	99.1	-43.0	56.1
3	0	-3820	26.9	262.4	289.3
4	0	-125	51.0	8.6	59.6
5	143	500	-34.1	-16.0	-50.1
6	125	-40	12.2	-14.0	-1.8

Таблица П.2.1

	<i>B</i>	<i>H</i> , м	<i>h</i> , м	<i>g</i> , мГал		<i>B</i>	<i>H</i> , м	<i>h</i> , м	<i>g</i> , мГал
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1 1	37°54'	19		980 059.5	2 1	51°53'	215		981180.9
2	44 11	873		980 345.2	2	44 10	629		980 397.6
3	67 31	0	385	982 428.1	3	67 32	0	3650	982 356.7
4	27 20	0	13	979 261.5	4	35 32	0	216	979 894.2
5	42 38	93	100	980 421.8	5	42 37	91	100	980 426.0
6	8 58	7	10	978 242.1	6	12 08	131	11	978 283.3
3 1	67 17	13		982 386.8	4 1	70 40	16		982 631.7
2	44 06	643		980 380.4	2	44 02	488		980 387.3
3	70 20	0	819	982 777.7	3	67 36	0	940	982 421.2
4	35 54	0	10	979 823.8	4	35 34	0	27	979 823.5
5	42 35	88	100	980 381.6	5	42 34	92	100	980 418.8
6	16 31	3519	12	977 467.3	6	0 13	2815	13	977 913.4
5 1	52 06	5		981 269.0	6 1	52 13	25		981 267.6
2	103 03	1042		978 039.8	2	4 38	2592		977405.4
3	67 37	0	4160	982 469.2	3	67 38	0	4091	982 483.5
4	37 49	0	58	979 992.4	4	37 19	0	72	980 142.8
5	42 34	86	100	980 421.9	5	42 35	86	100	980 417.3
6	43 59	807	14	980 261.9	6	43 57	808	15	980 345.1
7 1	55 45	44		981 558.2	8 1	38 43	76		980 089.6
2	43 56	1610		980 007.3	2	1 15	1636		977 540.0
3	67 39	0	891	982 548.8	3	64 37	0	5011	982 267.2
4	39 38	0	99	980 225.4	4	40 01	0	245	980 264.2
5	42 38	85	100	980 313.9	5	42 34	92	100	980 320.5
6	1 23	27	16	978 029.1	6	43 54	823	21	980 293.3
9 1	69 58	27		982 621.5	10 1	59 55	31		981 926.7
2	43 49	829		980 219.4	2	4 22	439		977 924.6
3	67 46	0	4076	982 495.7	3	67 47	0	4206	982 499.9
4	41 36	0	73	980 363.2	4	46 58	0	135	980 878.0
5	42 28	5	100	980 409.6	5	42 30	10	100	980 419.4
6	4 22	450	18	977 915.2	6	43 46	202	19	980 399.3
11 1	48 50	66		980 940.6	12 1	52 23	86		981 274.1
2	43 46	876		980 285.3	2	43 46	1429		980 170.1
3	67 47	0	1396	982 412.2	3	67 47	0	4179	982 442.4
4	50 22	0	125	981 189.8	4	4 48	0	45	978 094.5
5	42 31	22	100	980 420.4	5	42 33	52	100	980 415.3
6	5 37	10	20	978 105.9	6	1 19	19	21	978 081.8
13 1	64 08	8		982 278.4	14 1	41 54	45		980 364.3
2	43 39	81		980 422.9	2	43 34	1470		980 105.4
3	67 48	0	4316	982 496.3	3	67 49	0	3730	982 465.4
4	7 48	0	55	978 163.8	4	9 20	0	80	978 179.7
5	42 34	135	100	980 319.3	5	42 34	75	100	980 418.1
6	6 49	7	22	978 132.0	6	35 02	61	23	979 722.2

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
15	1 59 21	45		981 846.7	16	1 51 25	9		981 195.5
	2 43 32	1213		980 177.4	2	43 34	355		980 359.8
	3 67 49	0	3970	982 544.1	3	67 50	0	3846	982 502.3
	4 12 48	0	135	978 318.2	4	14 41	0	20	978 400.3
	5 42 32	183	100	980 271.1	5	43 33	350	150	980 360.5
	6 69 58	27	24	982 623.7	6	69 26	150	25	982 604.5
17	1 50 04	96		981 061.4	18	1 60 10	20		981 915.3
	2 4 22	450		977 926.9	2	43 28	2348		979 801.6
	3 67 51	0	4476	982 499.4	3	67 55	0	1800	982 501.7
	4 16 46	0	33	978 461.2	4	17 56	0	120	978 556.5
	5 43 36	352	150	980 454.8	5	43 34	351	150	980 465.4
	6 43 29	253	16	980 360.7	6	1 23	11	27	978 036.5
19	1 55 55	129		981 584.2	20	1 37 41	141		979 875.6
	2 43 18	3210		979 473.1	2	43 36	502		980 369.9
	3 67 59	0	3712	982 508.6	3	68 06	0	2629	982 481.5
	4 19 09	0	250	978 639.4	4	35 59	0	140	979 961.8
	5 43 35	351	150	980 465.5	5	43 18	76	110	980 353.3
	6 6 56	7	28	978 098.5	6	8 58	7	30	978 241.1
21	1 43 32	7		980 509.2	22	1 37 47	35		979 979.0
	2 43 17	1577		980 067.0	2	43 16	1848		979 882.5
	3 68 09	0	4540	982 535.1	3	68 09	0	1900	982 510.8
	4 27 36	0	100	979 161.6	4	22 25	0	18	978 861.2
	5 35 15	34	200	979 729.2	5	35 13	198	200	979 715.5
	6 9 58	3	31	978 169.7	6	1 19	19	32	978 081.3
23	1 33 53	30		979 686.4	24	1 14 24	5		978 385.5
	2 43 16	1741		979 951.7	2	43 07	911		980 165.3
	3 68 12	0	1930	982 530.4	3	68 16	0	1710	983 513.8
	4 4 01	0	50	978 097.1	4	42 06	0	30	980 392.7
	5 35 13	258	200	979 586.1	5	35 13	378	200	979 551.1
	6 69 14	15	33	982 577.7	6	6 56	7	34	978 140.5
25	1 12 20	23		978 314.2	26	1 61 15	48		981 940.0
	2 43 16	346		980 315.5	2	43 03	1419		980 021.7
	3 67 01	0	1840	982 523.4	3	68 17	0	3290	982 492.3
	4 20 21	0	55	978 689.8	4	5 44	0	45	978 094.1
	5 43 35	251	250	980 470.3	5	35 14	673	200	979 609.9
	6 8 30	4	29	978 122.2	6	25 55	22	37	979 051.3
27	1 1 23	11		978 037.6	28	1 34 34	8		979 705.3
	2 43 03	633		980 232.1	2	43 03	679		980 233.5
	3 68 20	0	2340	982 519.8	3	68 22	0	1590	982 551.5
	4 34 36	0	55	979 771.4	4	6 52	0	56	978 107.4
	5 35 13	802	200	979 408.3	5	35 13	844	200	979 467.3
	6 67 42	215	38	982 422.5	6	67 40	48	39	982 468.1

Продолжение табл. П.2.1

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
29 1	38 54	1		980 119.4	30 1	22 20	1		978 803.9
2	35 13	1058		979 565.7	2	35 12	955		979 590.8
3	68 23	0	1650	982 531.5	3	68 33	0	1985	982 531.4
4	8 07	0	20	978 174.7	4	9 18	0	49	978 242.2
5	43 18	153	250	980 300.4	5	43 00	1577	400	980 215.7
6	67 35	175	40	982 432.5	6	66 58	150	41	982 459.7
31 1	40 38	5		980 227.4	32 1	45 24	83		980 622.5
2	43 00	1722		979 960.1	2	35 12	918		979 600.2
3	68 33	0	2660	982 508.7	3	68 33	0	4375	982 575.7
4	10 07	0	65	978 208.3	4	11 12	0	70	978 257.2
5	35 12	726	200	979 599.4	5	43 00	219	200	980 302.5
6	21 16	120	42	978 660.1	6	14 24	5	43	978 385.5
33 1	12 20	23		978 314.5	34 1	8 58	7		978 242.4
2	43 03	1047		980 108.3	2	43 00	1714		979 932.2
3	68 17	0	2600	982 425.7	3	68 38	0	3215	982 506.7
4	4 55	0	33	978 078.0	4	32 35	0	75	979 570.9
5	35 14	614	200	979 621.2	5	35 11	722	200	979 598.2
35 1	22 54	29		978 805.1	36 1	37 46	1		979 987.5
2	42 48	1219		980 059.4	2	42 47	1584		979 986.3
3	68 44	0	2740	982 708.4	3	68 46	0	1855	982 523.8
4	32 53	0	80	979 527.6	4	21 27	0	150	978 779.6
5	35 10	890	200	979 481.6	5	35 11	986	200	979 541.5
6	4 22	430	25	977 927.4	6	1 22	46	11	978 022.2
37 1	15 20	2		978 320.6	38 1	29 53	3		979 291.4
2	42 46	1139		980 097.5	2	35 11	1043		979 590.5
3	68 51	0	1050	982 643.3	3	68 52	0	2290	982 517.1
4	34 35	0	85	979 668.1	4	12 21	0	89	978 303.8
5	35 11	858	200	979 573.8	5	42 43	66	200	980 286.0
6	29 56	10	47	979 305.8	6	33 54	10	48	979 654.3
39 1	33 53	53		979 690.9	40 1	22 16	3		978 767.4
2	42 43	1333		980 029.3	2	42 42	2831		979 553.0
3	68 54	0	2022	982 552.2	3	68 57	0	3300	982 560.1
4	13 42	0	95	978 375.5	4	14 46	0	100	978 388.5
5	35 10	586	200	979 633.3	5	35 10	528	200	979 650.7
6	6 57	32	10	978 144.4	6	8 58	7	55	978 252.5
41 1	1 19	19		978 082.4	42 1	33 57	38		979 648.3
2	42 32	1190		980 056.7	2	35 12	842		979 614.5
3	69 08	0	4036	982 591.8	3	68 16	0	2662	682 466.4
4	31 37	0	130	979 545.5	4	4 15	0	40	978 120.8
5	53 15	8	200	979 729.1	5	43 02	64	200	980 346.2
6	28 37	214	57	979 135.6	6	69 00	20	35	982 545.3
43 1	25 55	22		979 051.3	44 1	40 31	300		980 228.0
2	16 31	3519		977 397.8	2	42 21	579		980 218.3
3	67 14	0	3270	982 472.0	3	69 23	0	3080	982 568.9
4	38 38	0	70	980 090.0	4	12 21	0	130	978 313.5
5	35 12	578	350	979 584.3	5	35 17	500	300	979 598.5
6	5 21	200	25	978 328.7	6	48 14	3	11	980 819.1

Продолжение табл. П.2.1

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
45 1	69 58	27		982 624.0	46 1	6 49	7		978 132.5
2	1 25	673		977 832.5	2	42 00	708		980 107.1
3	65 29	0	1111	982 367.3	3	65 41	0	2500	982 434.4
4	27 52	0	90	979 289.1	4	28 55	0	85	979 314.3
5	35 09	560	250	979 461.9	5	35 09	378	250	979 649.2
6	42 04	332	18	980 169.0	6	40 25	401	50	980 200.3
47 1	8 30	4		978 122.5	48 1	9 58	3		978 170.4
2	41 59	578		980 121.0	2	41 54	444		980 172.9
3	65 50	0	1460	982 337.4	3	66 39	0	1076	382 380.7
4	35 08	0	80	979 283.5	4	29 14	0	75	979 275.3
5	35 08	242	250	979 682.7	5	35 08	111	250	979 708.5
6	40 26	401	45	980 077.6	6	40 30	401	40	980 207.5
49 1	40 36	68		980 286.3	50 1	61 15	48		981 940.5
2	42 24	1005		980 073.5	2	0 13	2815		977 278.2
3	69 20	0	3300	982 546.3	3	67 13	0	4413	982 446.1
4	11 12	0	135	978 272.7	4	38 15	0	210	980 113.8
5	35 18	473	300	979 599.5	5	35 12	510	350	979 597.6
6	22 54	29	43	978 805.1	6	19 15	1320	11	978 182.4
51 1	61 15	48		981 940.7	52 1	15 20	10		978 317.4
2	19 20	2268		977 941.5	2	42 05	893		980 060.5
3	8 58	0	3500	978 142.2	3	65 13	0	1506	982 422.2
4	38 40	0	90	980 097.3	4	28 57	0	95	979 196.6
5	35 12	647	350	979 570.0	5	35 11	747	250	979 576.0
6	20 00	1540	36	978 113.4	6	2 43	239	45	977 976.1
53 1	19 16	93		978 552.3	54 1	16 53	3		978 499.9
2	42 19	376		980 223.1	2	42 21	1061		980 066.4
3	69 32	0	1945	982 439.8	3	69 45	0	2900	982 580.6
4	23 36	0	125	978 896.4	4	23 41	0	120	978 912.5
5	35 16	685	300	979 561.4	5	35 15	767	300	979 542.3
6	48 37	20	10	980 871.1	6	49 42	1754	15	980 564.1
55 1	5 37	0		978 106.0	56 1	14 24	5		978 385.4
2	35 15	1202		979 320.3	2	42 14	1248		980 027.1
3	69 48	0	1017	982 614.8	3	69 49	0	2140	982 578.7
4	24 46	0	115	979 040.2	4	25 25	0	110	979 094.8
5	42 15	7	150	980 275.1	5	35 15	810	300	979 538.5
6	56 21	4	20	981 630.5	6	42 35	104	25	980 390.2
57 1	18 55	6		978 633.8	58 1	1 19	19		978 082.3
2	41 49	2008		979 664.0	2	41 45	1684		979 882.6
3	66 57	0	1020	982 444.3	3	66 44	0	1250	982 363.1
4	29 16	0	70	979 456.7	4	29 25	0	65	979 358.4
5	35 06	19	250	979 725.3	5	35 12	730	250	979 390.2
6	2 45	245	39	977 963.5	6	40 25	401	38	980 200.4

Типовые вопросы к устному опросу по дисциплине

1 (семестр)

ПК-1(знать, уметь, владеть):

1. Особенности измерения силы тяжести на подвижном основании.
2. Возмущающие ускорения, их спектральные характеристики, влияние на показания прибора.
3. Вертикальные и горизонтальные ускорения.
4. Измерения динамическим методом.
5. Вычисление поправок за приливное влияние Луны и Солнца.
6. Морские маятниковые приборы и струнные гравиметры.
7. Учет совместного влияния вертикальных и горизонтальных ускорений и искажений полезного сигнала.
8. Методика морской гравиметрической съемки в океане и на шельфе.
9. Навигационное обеспечение гравиметрических съёмок на море.
10. Автоматизация обработки измерений.
11. Аэрогравиметрическая съемка.
12. Спутниковая альтиметрия.
13. Изучение гравиметра абсолютного баллистического лазерного типа ГАБЛ-Э.
14. Установка гравиметра на минимум чувствительности к наклону (исследование уровней).
15. Исследование гравиметра на смещение нуля-пункта.
16. Проложение и обработка гравиметрического рейса.
17. Методика вычислений уклонений отвеса и высот квазигеоида по палеткам В.Ф.Еремеева Крутильные весы (вариометры).
18. Уравнение равновесия крутильных весов.
19. Гравитационные вариометры и градиентометры.
20. Наблюдения и их обработка. Влияние рельефа.
21. Вертикальный градиентометр.
22. Измерение вторых производных на подвижном основании.
23. Спутниковая градиентометрия.
24. Теория скалярных и векторных полей.
25. Наземная, самолетная и спутниковая градиентометрия.
26. Фундаментальное уравнение спутниковой градиентометрии.
27. Акселерометры и их использование в градиентометрии.
28. Системы спутник-спутник; уравнение градиентометрии для системы спутник-спутник.
29. Инерциальные геодезические системы.
30. Применение градиентометров при изучении гравитационного поля планет.
31. Приборы для градиентометрических измерений; перспективы и априорная оценка точности градиентометрических измерений.
32. Измерение взаимного расстояния и скоростей спутников GRACE и CHAMP. Результаты работы спутника GOCE.

Типовой комплект заданий для входного тестирования

1. Наука , изучающая силу тяжести

- a) Инженерная геодезия
- b) Прикладная геодезия
- c) Инженерная геология
- d) Гравиметрия прикладного назначения
- e) Геодинамика

2. Для какой отрасли деятельности не используется геодеическая гравиметрия

- a) Поиск и разведка месторождений полезных ископаемых
- b) Геологическое картирование
- c) Тектоническое районирование
- d) Изучение глубинного строения Земли
- e) Определение возмущающего гравитационного потенциала

3. Градиент силы тяжести.

- a) Геоид
- b) Уровненный эллипсоид вращения
- c) Квазигеоид
- d) Сфера
- e) Поверхность с постоянным значением силы тяжести

4. От чего зависит сила тяжести?

- a) От скорости вращения земли
- b) От географической долготы
- c) От географической широты
- d) От радиуса Земли

5. Баллистическими гравиметрами измеряют

- a) Относительную силу тяжести
- b) Потенциал силы тяжести
- c) Градиент силы тяжести
- d) Абсолютную силу тяжести

Типовой комплект заданий для итогового тестирования

ПК-1 (знать)

1. Что такое потенциал силы тяжести?
  - a) Вторая производная силы тяжести
  - b) Физическая постоянная
  - c) Производная силы тяжести
  - d) Поле постоянного значения
2. Физический смысл потенциала силы тяжести.
  - a) Площадь уровенной поверхности
  - b) Объем поля силы тяжести
  - c) Работа силы тяжести
  - d) Ускорение свободного падения
3. Что измеряют статическими гравиметрами?
  - a) Центробежную силу
  - b) Кариолисово ускорение
  - c) Абсолютную силу тяжести
  - d) Относительную силу тяжести
4. Физический смысл первой производной потенциала силы тяжести.
  - a) Приведение измеренной силы тяжести к уровню моря
  - b) Приведение измеренной силы тяжести к поверхности нормальной Земли
  - c) Введение с обратным знаком поправки за влияние нормальной Земли в измеренное значение силы тяжести
  - d) Определение поправок за рельеф
  - e) Определение поправок за высоту
5. Что является конечным продуктом гравиметрической съемки?
  - a) Определение аномалий силы тяжести в точках измерений
  - b) Определение аномалий силы тяжести на уровне моря
  - c) Определение силы тяжести на эллипсоиде относимости
  - d) Составление гравиметрических карт
6. Плоский параллельный слой – это...
  - a) Слой произвольной толщины
  - b) Слой постоянной толщины
  - c) Слой постоянной толщины, равной нормальной высоте в точке измерений
  - d) Слой постоянной толщины, равной геодезической высоте точки измерения силы тяжести
  - e) Слой постоянной толщины и бесконечный по простираению
7. Материальный сферический слой постоянной толщины  $H$  - это
  - a) Сферический промежуточный слой
  - b) Сферический параллельный слой
  - c) Промежуточный слой
  - d) Топографический слой
  - e) Слой Буге
8. Слой переменной и постоянной плотности, ограниченный сверху физической поверхностью Земли, снизу – уровнем относимости нормального поля силы тяжести, это
  - a) Топографический слой
  - b) Промежуточный слой
  - c) Рельеф местности
  - d) Слой Буге
  - e) Массы материков

9. Дополнительный учет в нормальном поле силы тяжести гравитационного влияния плоского промежуточного слоя с постоянной плотностью осуществляется при определении аномалий в редукции...
- a) Топографической
  - b) За свободный воздух
  - c) Фая
  - d) Буге
  - e) Изостатической
10. Дополнительный учет в нормальном поле силы тяжести гравитационного влияния сферического промежуточного слоя с постоянной плотностью осуществляется при определении аномалий в редукции...
- a) Буге
  - b) Изостатической
  - c) За свободный воздух
  - d) Топографической
  - e) Фая
11. Физический смысл потенциала силы тяжести
- a) Площадь уровенной поверхности
  - b) Кривизну уровенной поверхности
  - c) Работу в поле тяжести
  - d) Аномалию силы тяжести
12. Статическими гравиметрами измеряют...
- a) Абсолютную силу тяжести
  - b) Силу тяжести на дне моря
  - c) Относительную силу тяжести
  - d) Превышение между точками
13. На показания гравиметра не влияет...
- a) Давление воздуха
  - b) Вибрация земли
  - c) Степень освещенности
  - d) Электро-магнитные поля
14. Что является конечным продуктом гравиметрической съемки
- a) Гравиметрические карты аномалий силы тяжести
  - b) Гравиметрические карты градиентов силы тяжести
  - c) Диаграммы градиентов силы тяжести
  - d) Графики аномалий силы тяжести
15. Измерение вторых производных силы тяжести выполняется с помощью
- a) Гравитационных вариометров
  - b) Баллистических гравиметров
  - c) Акселерометров
  - d) Маятниковых гравиметров