

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)*

**Специализация**

«Инженерная геодезия»

*(указывается наименование специализации в соответствии с ООП)*

**Кафедра**

«Геодезия, экспертиза и управление недвижимостью, кадастр»

Квалификация выпускника *инженер-геодезист*

**Разработчики:**

Ст. преподаватель Вилкоф / В.А. Шавула /  
(занимаемая должность, (подпись) И. О. Ф.  
учёная степень и учёное звание)

Рабочая программа разработана для учебного плана 2018 г.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Геодезия, экспертиза и управление недвижимостью, кадастр» протокол № 8 от 26.04.18г.

Заведующий кафедрой Гольчикова / Гольчикова Н.Н. /  
(подпись) И. О. Ф.

**Согласовано:**

Председатель МКС «Прикладная геодезия»  
специализация «Инженерная геодезия» ТН Рабдел  
(подпись) И. О. Ф.

Начальник УМУ Алимова Р.Б.  
(подпись) И. О. Ф.

Специалист УМУ Кемширова  
(подпись) И. О. Ф.

Начальник УИТ К.А. Ибраева  
(подпись) И. О. Ф.

Заведующая научной библиотекой Морозова Т.В.  
(подпись) И. О. Ф.

## Содержание:

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

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

**Цель освоения дисциплины «Теория фигур планет и гравиметрия»:** формирование профессиональных компетенций, определяющих готовность и способность специалиста прикладной геодезии к использованию знаний в области гравиметрии, при решении практико-ориентированных задач в рамках производственно-технологической и научно-исследовательской профессиональной деятельности.

#### **Задачами дисциплины являются:**

- изучение гравитационного поля Земли и проблемы определения поверхности по измерениям силы тяжести;
- изучение методов измерения силы тяжести и приборов, с помощью которых осуществляются гравиметрические измерения (гравиметрические съёмки);
- изучение принципов расчёта гравиметрических съёмок и учёта неоднородности гравитационного поля в задачах прикладной геодезии.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен 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:**

- полевые и камеральные работы по созданию, развитию и реконструкции государственных гравиметрических сетей (ПК-1).

#### **уметь:**

- определять порядок создания, развития и реконструкции государственных гравиметрических сетей (ПК-1).

#### **владеть:**

- методами полевых и камеральных работ по созданию, развитию и реконструкции государственных гравиметрических сетей (ПК-1).

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

Дисциплина Б.1.В.09. «Теория фигур планет и гравиметрия» реализуется в рамках вариативной части Блока 1 «Дисциплины».

**Дисциплина базируется на результатах обучения, полученных в рамках изучения следующих дисциплин:** «Математика», «Физика», «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем», «Теория математической обработки геодезических измерений».

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

<b>Форма обучения</b>	<b>Очная</b>	<b>Заочная</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Трудоёмкость в зачетных единицах:</b>	9 семестр – 4 з.е.; 10 семестр – 4 з.е.; <b>всего – 8 з.е.</b>	10 семестр – 4 з.е.; 11 семестр – 4 з.е.; <b>всего – 8 з.е.</b>
<b>Аудиторных (включая контактную работу обучающихся с преподавателем) часов (всего) по учебному плану:</b>		
Лекции (Л)	9 семестр – 26 часов; 10 семестр – 24 часа; <b>всего - 50 часов</b>	10 семестр – 8 часов; 11 семестр – 6 часов; <b>всего - 14 часов</b>
Лабораторные занятия (ЛЗ)	9 семестр – 12 часов; 10 семестр – 24 часа; <b>всего - 36 часов</b>	10 семестр – 4 часа; 11 семестр – 8 часов; <b>всего - 12 часов</b>
Практические занятия (ПЗ)	9 семестр – 12 часов; 10 семестр – 24 часа; <b>всего - 36 часов</b>	10 семестр – 6 часов; 11 семестр – 8 часов; <b>всего - 14 часов</b>
Самостоятельная работа студента (СРС)	9 семестр – 94 часа; 10 семестр – 72 часа; <b>всего - 166 часа</b>	10 семестр – 126 часов; 11 семестр – 122 часа; <b>всего – 248 часов</b>
<b>Форма текущего контроля:</b>		
Контрольная работа №1	семестр – 10	семестр – 11
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>		
Экзамены	семестр – 10	семестр – 11
Зачет	семестр – 9	семестр – 10
Зачет с оценкой	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовая работа	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовой проект	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>

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

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

**5.1.1. Очная форма обучения**

№ п/п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы				Форма промежуточной аттестации и текущего контроля
				контактная			СРС	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Предмет теории фигуры планет и гравиметрия	26	9	6	-	-	20	Зачет
2.	Гравитационное поле и её потенциал	32	9	8	-	-	24	
3.	Определение внешнего гравитационного поля и фигуры планет	56	9	6	12	12	26	
4.	Гравиметрия	30	9	6	-	-	24	
5.	Методы измерения силы тяжести в пространстве и во времени	50	10	8	10	10	22	Контрольная работа №1, экзамен
6.	Аномалии силы тяжести и редукции силы тяжести	48	10	8	8	6	26	
7.	Опорные гравиметрические сети. Прецизионные гравиметрические сети	46	10	8	6	8	24	
<b>Итого:</b>		<b>288</b>	<b>-</b>	<b>50</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>166</b>	<b>-</b>

### 5.1.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы				Форма промежуточной аттестации и текущего контроля
				контактная			СРС	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Предмет теории фигуры планет и гравиметрия	26	10	1	-	-	25	Зачет
2.	Гравитационное поле и её потенциал	32	10	3	-	-	29	
3.	Определение внешнего гравитационного поля и фигуры планет	56	10	2	4	6	44	
4.	Гравиметрия	30	10	2	-	-	28	
5.	Методы измерения силы тяжести в пространстве и во времени	50	11	2	2	4	42	Контрольная работа №1, экзамен
6.	Аномалии силы тяжести и редукции силы тяжести	48	11	2	2	2	42	
7.	Опорные гравиметрические сети. Прецизионные гравиметрические сети	46	11	2	4	2	38	
<b>Итого:</b>		<b>288</b>	<b>-</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>248</b>	<b>-</b>

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам

### 5.2.1. Содержание лекционных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Предмет теории фигуры планет и гравиметрия	Введение в теорию фигуры планет. История определения фигуры планет и Земли. Закон всемирного тяготения. Перспективы изучения фигуры Земли и её гравитационного поля.
2.	Гравитационное поле и её потенциал	Сила тяготения. Понятие о потенциале. Основные виды потенциалов тяготения. Свойства потенциалов тяготения. Краевые задачи теории потенциала. Формулы Грина. Постоянные Стокса. Шаровые и сферические функции. Использование сферических функций для решения краевых задач для сферы. Сила тяжести. Потенциал силы тяжести. Свойство потенциала силы тяжести. Вторые производные потенциала силы тяжести.
3.	Определение внешнего гравитационного поля и фигуры планет	Геодезическая обратная задача теории потенциала для слабо сжатых эллипсоидов вращения. Обобщенные фигуры планет. Определение геоцентрических радиусов векторов обобщенных фигур планет.
4.	Гравиметрия	Предмет и задачи гравиметрии. Связь гравиметрии с другими науками.
5.	Методы измерения силы тяжести в пространстве и во времени	Динамические и статические методы измерения. Абсолютные и относительные измерения силы тяжести. Баллистический метод абсолютных измерений силы тяжести. Основы теории колебания маятника. Абсолютные маятниковые измерения. Относительные измерения силы тяжести маятниковыми приборами. Основы теории статического метода измерения силы тяжести. Общие сведения о гравиметрах. Физические свойства упругих тел, применяемых в гравиметрах. Основы теории механических гравиметров. Основное уравнение равновесия рычажно - пружинных гравиметров. Кварцевые астазированные гравиметры. Металлические гравиметры. Сверхпроводящие гравиметры. Источники ошибок и точность измерений. Калибровка гравиметров.
6.	Аномалии силы тяжести и редукции силы тяжести	Виды гравиметрических съемок. Гравиметрические сети. Гравиметрические референцные системы. Мировая опорная гравиметрическая сеть. Национальные опорные сети. Региональные и локальные гравиметрические съемки. Наблюдения на пунктах рядовой сети.
7.	Опорные гравиметрические сети. Прецизионные гравиметрические сети	Нормальное и аномальное гравитационное поле планет. Аномалии Буге и аномалии с редукцией в свободном воздухе. Топографо - геодезическое обеспечение гравиметрических съемок. Методика составления и точность построения гравиметрических карт. Базы гравиметрических данных. Гравиметрическая изученность Земли.

### 5.2.2. Содержание лабораторных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Определение внешнего гравитационного поля и фигуры планет	Изучение гравиметра абсолютного баллистического лазерного типа ГАБЛ-Э.
2.	Методы измерения силы тяжести в пространстве и во времени.	Установка гравиметра на минимум чувствительности к наклону (исследование уровней).
3.	Аномалии силы тяжести и редукции силы тяжести	Исследование гравиметра на смещение нуль-пункта.
4.	Опорные гравиметрические сети. Прецизионные гравиметрические сети	Проложение и обработка гравиметрического рейса.

### 5.2.3. Содержание практических занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Определение внешнего гравитационного поля и фигуры планет	Определение уклонений отвеса и высот квазигеоида в нулевом приближении (согласно решению Стокса). Вычисление поправок за уклонение отвеса в результаты геодезических измерений.
2.	Методы измерения силы тяжести в пространстве и во времени.	Изучение чувствительных элементов статических гравиметров, вариометров и градиентометров. Знакомство со статическими гравиметрами.
3.	Аномалии силы тяжести и редукции силы тяжести	Вычисление аномалий силы тяжести в редуциях за свободный воздух и Буге.
4.	Опорные гравиметрические сети. Прецизионные гравиметрические сети	Структура Государственной гравиметрической сети. Закрепление гравиметрических пунктов. Аппаратура для работы в гравиметрических сетях.

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

#### Очная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1.	Предмет теории фигуры планет и гравиметрия	Изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку. Подготовка к зачету.	[1], [2], [3], [6]
2.	Гравитационное поле и её потенциал	Подготовка к практическим занятиям по следующей теме: «Вычисление параметров нормальной Земли по исходным фундаментальным геодезическим постоянным». Подготовка к зачету.	[1], [2], [3], [6]

3.	Определение внешнего гравитационного поля и фигуры планет	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: «Определение отклонений отвеса и высот квазигеоида в нулевом приближении (согласно решению Стокса). Вычисление поправок за отклонение отвеса в результаты геодезических измерений». Подготовка к лабораторным занятиям по следующей теме: «Изучение гравиметра абсолютного баллистического лазерного типа ГАБЛ-Э». Подготовка к зачету.	[1], [5]
4.	Гравиметрия	Подготовка к зачету.	[1], [4]
5.	Методы измерения силы тяжести в пространстве и во времени	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: «Изучение чувствительных элементов статических гравиметров, вариометров и градиентометров. Знакомство со статическими гравиметрами». Подготовка к лабораторным занятиям по следующей теме: «Установка гравиметра на минимум чувствительности к наклону (исследование уровней)». Подготовка к экзамену.	[1], [2], [4], [5]
6.	Аномалии силы тяжести и редукции силы тяжести	Подготовка к практическим занятиям по следующей теме: «Вычисление аномалий силы тяжести в редукциях за свободный воздух и Буге». Подготовка к лабораторным занятиям по следующей теме: «Исследование гравиметра на смещение нуля-пункта». Подготовка к контрольной работе №1. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [3], [5]
7.	Опорные гравиметрические сети. Прецизионные гравиметрические сети	Подготовка к практическим занятиям по следующим темам: «Структура Государственной гравиметрической сети. Закрепление гравиметрических пунктов. Аппаратура для работы в гравиметрических сетях». Подготовка к лабораторным занятиям по следующей теме: «Проложение и обработка гравиметрического рейса». Подготовка к экзамену.	[2], [4], [5], [6]

### Заочная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1.	Предмет теории фигуры планет и гравиметрия	Изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку. Подготовка к зачету.	[1], [2], [3], [6]
2.	Гравитационное поле и её потенциал	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету.	[1], [2], [3], [6]

3.	Определение внешнего гравитационного поля и фигуры планет	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторным занятиям. Подготовка к зачету.	[1], [5]
4.	Гравиметрия	Подготовка к зачету.	[1], [4]
5.	Методы измерения силы тяжести в пространстве и во времени	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторным занятиям. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [4], [5]
6.	Аномалии силы тяжести и редукции силы тяжести	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторным занятиям. Подготовка к контрольной работе №1. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [3], [5]
7.	Опорные гравиметрические сети. Прецизионные гравиметрические сети	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторным занятиям. Подготовка к экзамену.	[2], [4], [5], [6]

### 5.2.5. Темы контрольных работ

«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

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

## **7. Образовательные технологии**

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

### **Традиционные образовательные технологии**

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

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

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

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

### **Интерактивные технологии**

По дисциплине «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. Ключин Е.Б. Инженерная геодезия [Текст]: учебник для вузов/ Е.Б. Ключин, М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев, В.Д. Фельдман. – Москва: ИЦ «Академия», 2006.

2. Поклад Г.Г. Геодезия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. – Москва: Академический Проект, 2013 г.;

–URL: <http://www.iprbookshop.ru/60128.html>.

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

3. Дементьев В.Е. Современная геодезическая техника и ее применение [Текст]: учебное пособие для вузов/ В.Е. Дементьев. – Москва: Академический проект, 2008.

4. Михайлов А.Ю. Инженерная геодезия в вопросах и ответах [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ В.В. Авакян. – Москва: Инфра-Инженерия, 2016;

–URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=444168](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=444168)

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

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

**д) периодические издания:**

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

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

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

**8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**  
Электронная информационно-образовательная среда Университета, включающая в себя:

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

Системы интернет-тестирования:

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

Электронно-библиотечные системы:

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

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

Электронные базы данных:

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

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

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Аудитория для лекционных занятий Учебный корпус №10, ул. Татищева, 18б, литер Е, аудитория №206	<b>№206, учебный корпус №10</b> Комплект учебной мебели Компьютеры, проектор, экран Интерактивная доска Геодезические приборы и инструменты: Нивелиры: 3Н-3КЛ, Н-3, Н-3КЛ, НВ-1, SOKKIA C4 10, SETLAT-24D, нивелир лазерный - НЛ-20К. Теодолиты: ТТ4, Т30, 4Т15П, 4Т30П, 2Т5, 2Т5К, 2Т30, 2Т30П, SOKKIA ST STRATUS. Электронный теодолит VEGA ТЕО-20. Тахеометр СХ-105. Тахеометр SOKKIA CX-105, штатив, отражатель VEGA SPO2Т. Веха телескопическая, ручной лазерный дальномер DISTOClassik, кипрегели, эклиметры, рулетки геодезические 50 м., ленты металлические геодезические, линейка Дробышева, рейки геодезические, фиброглассовая лента в открытом и закрытом пластиковом корпусе, трассокабелеискатель, штативы, курвиметры механические, эскеры, рейки нивелирные телескопические SOKKIA ST STRATUS
2	Аудитория для лабораторных занятий Учебный корпус №10, ул. Татищева, 18б, литер Е, аудитория №206	
3	Аудитория для практических занятий Учебный корпус №10, ул. Татищева, 18б, литер Е, аудитория №206	
4	Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций Учебный корпус №10, ул. Татищева, 18б, литер Е, аудитория №206	
5	Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации Учебный корпус №10, ул. Татищева, 18б, литер Е, аудитория №206	
6	Аудитория для самостоятельной работы Главный учебный корпус, ул.Татищева, 18, литер А, ауд. №207, 209	<b>№207, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры - 16 шт. Телевизор
	Учебный корпус №10, ул. Татищева, 18б, литер Е, аудитория №303	<b>№209, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры - 16 шт. Графические планшеты – 16 шт. Проектор, экран настенный, ноутбук Источник бесперебойного питания – 1шт.
		<b>№303, учебный корпус №10</b> Комплект учебной мебели Компьютеры – 13 шт. Проектор, экран Учебно-наглядные пособия
7	Аудитория для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Учебный корпус №10, ул. Татищева, 18б, литер Е, аудитория №211	<b>№211, учебный корпус №10</b> Стеллажи, геодезические приборы и оборудование, инструменты для профилактики геодезического оборудования

## 10. Особенности организации обучения по дисциплине «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).



## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине  
Теория фигур планет и гравиметрия

ООП ВО по специальности 21.05.01 «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОДЕЗИЯ»,  
специализация «Инженерная геодезия»  
по программе специалитета

Коломейцевым Александром Николаевичем, проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «*Теория фигур планет и гравиметрия*» ООП ВО по специальности **21.05.01 «Прикладная геодезия»**, по программе *специалитета*, разработанной в ГАОУ АО ВО "Астраханский государственный архитектурно-строительный университет", на кафедре «*Геодезия, экспертиза и управление недвижимостью, кадастр*» (разработчик – *ст. преподаватель, Шавула Вера Александровна*).

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

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «*Теория фигур планет и гравиметрия*» соответствует требованиям ФГОС ВО по специальности **21.05.01 «Прикладная геодезия»**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.06.2016 г., №674 и зарегистрированного в Минюсте России 22.06.2016 г., №42596.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ООП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к *вариативной части* учебного цикла Блок 1 «Дисциплины».

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

В соответствии с Программой за дисциплиной «*Теория фигур планет и гравиметрия*» закреплена **1 компетенция**, которая реализуется в объявленных требованиях.

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

Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Учебная дисциплина «*Теория фигур планет и гравиметрия*» взаимосвязана с другими дисциплинами ООП ВО по специальности **21.05.01 «Прикладная геодезия»** и возможность дублирования в содержании отсутствует.

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.

Форма промежуточной аттестации 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»**.

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, экспертиза и управление недвижимостью, кадастр»** материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

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

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 вопросы для устного опроса, типовые вопросы к защите лабораторной работы; 3) показатели и критерии оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, шкала оценивания; 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 коммуникативных умений и навыков в сфере профессионального общения.

#### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы, оценочные и методические материалы дисциплины **Б1.В.09. «Теория фигур планет и гравиметрия»** ООП ВО по специальности **21.05.01 «Прикладная геодезия»**, по программе **специалитета**, разработанные **ст. преподавателем, Шавула Верой Александровной** соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов специальности **21.05.01 «Прикладная геодезия»** и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:  
Генеральный директор ООО «Инжгеопроект»



*А.Н. Коломейцев*  
(подпись) /Коломейцев А.Н./  
Ф. И. О.

**Аннотация**  
**к рабочей программе дисциплины «Теория фигур планет и гравиметрия»**  
**по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия»**  
**специализация «Инженерная геодезия»**

**Общая трудоемкость дисциплины** составляет 8 зачетных единиц.

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

**Целью** учебной дисциплины «Теория фигур планет и гравиметрия» является формирование профессиональных компетенций, определяющих готовность и способность специалиста прикладной геодезии к использованию знаний в области гравиметрии, при решении практико-ориентированных задач в рамках производственно-технологической и научно-исследовательской профессиональной деятельности.

**Задачами** дисциплины являются:

- изучение гравитационного поля Земли и проблемы определения поверхности по измерениям силы тяжести;
- изучение методов измерения силы тяжести и приборов, с помощью которых осуществляются гравиметрические измерения (гравиметрические съёмки);
- изучение принципов расчёта гравиметрических съёмок и учёта неоднородности гравитационного поля в задачах прикладной геодезии.

**Учебная дисциплина Б1.В.09 «Теория фигур планет и гравиметрия»** входит в **Блок 1 «Дисциплины», вариативная часть**. Для освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении следующих дисциплин: «Математика», «Физика», «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем», «Теория математической обработки геодезических измерений».

**Краткое содержание дисциплины:**

**Раздел 1. Предмет теории фигуры планет и гравиметрия.** История определения фигуры планет и Земли. Перспективы изучения фигуры Земли и её гравитационного поля.

**Раздел 2. Гравитационное поле и её потенциал.** Основные виды потенциалов тяготения. Краевые задачи теории потенциала. Формулы Грина. Использование сферических функций для решения краевых задач для сферы. Сила тяжести.

**Раздел 3. Определение внешнего гравитационного поля и фигуры планет.** Геодезическая обратная задача теории потенциала для слабо сжатых эллипсоидов вращения. Обобщенные фигуры планет. Определение геоцентрических радиусов векторов обобщенных фигур планет.

**Раздел 4. Гравиметрия.** Предмет и задачи гравиметрии. Связь гравиметрии с другими науками.

**Раздел 5. Методы измерения силы тяжести в пространстве и во времени.** Динамические и статические методы измерения. Абсолютные маятниковые измерения. Кварцевые астазированные гравиметры. Металлические гравиметры. Сверхпроводящие гравиметры.

**Раздел 6. Аномалии силы тяжести и редукции силы тяжести.** Виды гравиметрических съёмок. Гравиметрические сети. Гравиметрические референцные системы. Мировая опорная гравиметрическая сеть. Национальные опорные сети. Региональные и локальные гравиметрические съёмки.

**Раздел 7. Опорные гравиметрические сети. Прецизионные гравиметрические сети.** Нормальное и аномальное гравитационное поле планет. Аномалии Буге и аномалии с редукцией в свободном воздухе. Топографо - геодезическое обеспечение гравиметрических съёмок. Базы гравиметрических данных.

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ / Н.Н. Гольчикова /  
подпись / 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»)

---



**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)*

**Специализация**

«Инженерная геодезия»

*(указывается наименование специализации в соответствии с ООП)*

**Кафедра**

«Геодезия, экспертиза и управление недвижимостью, кадастр»

Квалификация выпускника *инженер-геодезист*

**Разработчики:**

Ст. преподаватель Шавула / В.А. Шавула /  
(занимаемая должность, (подпись) И. О. Ф.  
учёная степень и учёное звание)

Оценочные и методические материалы разработаны для учебного плана 2018 г.

Оценочные и методические материалы рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Геодезия, экспертиза и управление недвижимостью, кадастр» протокол № 8 от 26.04.18г.

Заведующий кафедрой Гольчикова / Н.Н. Гольчикова /  
(подпись) И. О. Ф.

**Согласовано:**

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

Начальник УМУ Антонова / И. О. Ф.  
(подпись)

Специалист УМУ Вильямурасмуров  
(подпись) И. О. Ф.

## СОДЕРЖАНИЕ:

	<b>Стр.</b>
1. Оценочные и методические материалы для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля обучающихся по дисциплине	4
1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программ	4
1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
1.2.1. Перечень оценочных средств текущей формы контроля	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	8
2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	9
3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций	26

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

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

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

Индекс и формулировка компетенции N	Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 2)	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п. 5.1)							Формы контроля с конкретизацией задания
		1	2	3	4	5	6	7	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>ПК – 1:</b> 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.	Знать:								
	полевые и камеральные работы по созданию, развитию и реконструкции государственных гравиметрических сетей.	X	X	X	X	X	X	X	Опрос по всем разделам дисциплины. ПЗ по темам: «Структура Государственной гравиметрической сети. Закрепление гравиметрических пунктов. Аппаратура для работы в гравиметрических сетях». Экзамен
	Уметь:								
	определять порядок создания, развития и реконструкции государственных гравиметрических сетей.			X		X	X	X	Контрольная работа №1 по теме: «Вычисление аномалий силы тяжести в редукциях за свободный воздух и Буге». ПЗ по темам: «Закрепление гравиметрических пунктов. Вычисление поправок за уклонение отвеса в результаты геодезических измерений». Экзамен

	Владеть:								
	методами полевых и камеральных работ по созданию, развитию и реконструкции государственных гравиметрических сетей.		X	X		X	X	X	ЛЗ по темам: «Проложение и обработка гравиметрического рейса. Исследование гравиметра на смещение нуль-пункта». Экзамен

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

### 1.2.1. Перечень оценочных средств текущей формы контроля

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

**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
<p><b>ПК – 1-</b> 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.</p>	<p><b>Знает</b> (ПК-1) полевые и камеральные работы по созданию, развитию и реконструкции государственных гравиметрических сетей.</p>	<p>Обучающийся не знает и не понимает полевые и камеральные работы по созданию, развитию и реконструкции государственных гравиметрических сетей.</p>	<p>Обучающийся знает полевые и камеральные работы по созданию, развитию и реконструкции государственных гравиметрических сетей в типовых ситуациях.</p>	<p>Обучающийся знает и понимает полевые и камеральные работы по созданию, развитию и реконструкции государственных гравиметрических сетей в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.</p>	<p>Обучающийся знает и понимает полевые и камеральные работы по созданию, развитию и реконструкции государственных гравиметрических сетей в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.</p>
	<p><b>Умеет</b> (ПК-1) определять порядок создания, развития и реконструкции государственных гравиметрических сетей.</p>	<p>Обучающийся не умеет определять порядок создания, развития и реконструкции государственных гравиметрических сетей.</p>	<p>Обучающийся умеет определять порядок создания, развития и реконструкции государственных гравиметрических сетей в типовых ситуациях.</p>	<p>Обучающийся умеет определять порядок создания, развития и реконструкции государственных гравиметрических сетей в ситуациях повышенной сложности.</p>	<p>Обучающийся умеет определять порядок создания, развития и реконструкции государственных гравиметрических сетей в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.</p>

	<b>Владеет</b> (ПК-1) методами полевых и камеральных работ по созданию, развитию и реконструкции государственных гравиметрических сетей.	Обучающийся не владеет методами полевых и камеральных работ по созданию, развитию и реконструкции государственных гравиметрических сетей.	Обучающийся владеет методами полевых и камеральных работ по созданию, развитию и реконструкции государственных гравиметрических сетей в типовых ситуациях.	Обучающийся владеет методами полевых и камеральных работ по созданию, развитию и реконструкции государственных гравиметрических сетей в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся владеет методами полевых и камеральных работ по созданию, развитию и реконструкции государственных гравиметрических сетей в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
--	--	---	--	---	---

### 1.2.3. Шкала оценивания

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

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

## **ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ:**

### **2.1. Экзамен**

а) типовые вопросы к экзамену:

1. Математическая и физическая поверхности Земли.
2. История изучения фигуры Земли.
3. Гравитационное поле Земли.
4. Сила притяжения, центробежная сила и сила тяжести. Их характеристики и свойства.
5. Потенциал силы тяжести. Потенциал притяжения материальной точки, тела и простого слоя.
6. Понятие о «Нормальной Земле» и возмущающем потенциале.
7. Гравитационное поле урванного эллипсоида вращения.
8. Нормальная сила тяжести.
9. Фундаментальные постоянные геодезии.
10. Системы координат, используемые в геодезии.
11. Кривизна силовой линии и урванной поверхности.
12. Аномальное гравитационное поле Земли. Возмущающий потенциал и его трансформанты.
13. Основные понятия и определения, используемые в геодезической гравиметрии. Приборы для измерения силы тяжести.
14. Определение абсолютных значений силы тяжести.
15. Баллистический метод абсолютных определений.
16. Методы относительных определений.
17. Аномалии в свободном воздухе, Буге и Фая. Косвенная интерполяция аномалии в свободном воздухе.
18. Виды гравиметрических съемок.
19. Мировая опорная гравиметрическая сеть.
20. Национальные опорные сети.
21. Полевая опорная сеть.
22. Наблюдения на пунктах рядовой сети.
23. Определение порога чувствительности.
24. Гравиметрический рейс.
25. Топографо-геодезическое обеспечение гравиметрических съемок.
26. Методика составления и точность построения гравиметрических карт.
27. Принцип расчета гравиметрических съемок.

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 к зачету:

1. Дисциплина и методы гравиметрии. Роль гравиметрических данных в геодезии, разведке полезных ископаемых, геофизике.
2. Перспективы изучения фигуры Земли и её гравитационного поля.
3. Сила тяжести её составляющие, единицы измерения.
4. Потенциал тяготения, и потенциал силы тяжести. Первые и вторые производные потенциала силы тяжести.
5. Уровненные поверхности потенциала, их свойства. Силовые и отвесные линии.
6. Общая характеристика гравитационного поля Земли.
7. Геодезическая обратная задача теории потенциала для слабо сжатых эллипсоидов вращения.
8. Обобщенные фигуры планет. Определение геоцентрических радиусов векторов обобщенных фигур планет.
9. Нормальное гравитационное поле Земли, нормальная сила тяжести.
10. Градиенты нормальной силы тяжести. Кривизна силовых линий нормального поля
11. Виды аномалий силы тяжести.
12. Косвенная интерполяция аномалий.
13. Определение возмущающего потенциала Земли.
14. Абсолютное определение силы тяжести.
15. Относительные определения силы тяжести. Понятие астазирования.
16. GPS-измерения и гравиметрия.
17. Предмет и задачи гравиметрии. Связь гравиметрии с другими науками.

б) критерии оценивания:

При оценке знаний на зачете учитывается:

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

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

## ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ:

### 2.3. Контрольная работа

а) типовые задания для контрольной работы:

Контрольная работа №1

Тема «Вычисление аномалий силы тяжести в редуциях 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:

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

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

$N^\gamma$  - 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  $N^\gamma$  над уровнем моря, в мГал

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

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

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

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  $H^\gamma$ . 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  $H^\gamma$  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  $H^\gamma$  и высоты полета летательного аппарата  $h_\pi$  над физической поверхностью Земли, то есть,

$$H = H^\gamma + h_\pi \quad (11)$$

Аномалия  $\Delta g_{св.в}$  для этой точки вычисляется по формуле (8), в которой при вычислении  $\delta g_1$  вместо  $H^\gamma$  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 °, '	$H^y, \text{м}$	$h_{к, \text{м}}$	$H^y + h, \text{м}$	g, мГал	$\gamma_0, \text{мГал}$	$\delta g_1, \text{мГал}$	$\gamma, \text{мГал}$	$\delta g_3, \text{мГал}$	$\Delta g_{св.}, \text{мГал}$
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  $\bar{\rho} = 2.67 \cdot 10^3 \text{ кг/см}^3$

$h_{к}$ - 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, м</i>	<i>h, м</i>	<i>g, мГал</i>		<i>B</i>	<i>H, м</i>	<i>h, м</i>	<i>g, мГал</i>
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 16	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 06	893		980 060.5
3	8 58	0	3500	978 142.2	3	65 18	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 46	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 26	0	110	979 094.8
5	42 15	7	150	980 275.1	5	35 16	810	300	979 538.5
6	56 21	4	20	981 630.5	6	42 36	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 26	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 26	401	38	980 200.4

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
59 1	4 02	143		978 014.2	60 1	4 20	74		978 033.9
2	41 46	855		980 095.5	2	41 46	285		980 193.7
3	67 04	0	3875	982 460.4	3	67 14	0	3270	982 470.2
4	29 50	0	60	979 469.5	4	30 40	0	55	979 526.0
5	35 13	743	250	979 380.1	5	35 13	736	250	979 582.2
6	77 53	12	37	982 992.6	6	69 58	27	36	982 624.8
61 1	4 26	65		978 080.1	62 1	5 15	37		978 080.2
2	35 14	978		979 481.4	2	35 14	1005		979 576.9
3	67 24	0	2780	982 501.3	3	67 28	0	2750	982 533.3
4	31 17	0	55	979 500.8	4	31 58	0	45	979 575.4
5	41 43	251	150	980 178.5	5	41 44	347	150	980 118.5
6	70 40	16	36	982 632.6	6	19 16	5	34	978 624.0
63 1	5 12	49		978 069.7	64 1	5 18	102		978 025.7
2	41 38	267		980 142.3	2	35 15	911		979 500.7
3	67 31	0	3300	982 545.5	3	67 33	0	3120	982 538.0
4	32 19	0	40	979 591.2	4	32 25	0	35	979 573.2
5	35 15	683	250	979 587.9	5	41 37	398	125	980 151.0
6	22 53	29	33	978 804.1	6	26 12	755	32	978 858.2
65 1	14 20	10		978 491.6	66 1	1 23	11		978 036.2
2	42 11	1359		979 997.9	2	35 11	1099		979 556.1
3	69 56	0	4184	982 566.2	3	65 15	0	3450	982 335.0
4	25 30	0	105	979 050.2	4	26 12	0	100	979 109.5
5	35 16	726	300	979 566.3	5	42 07	11	150	980 221.1
6	42 46	7	30	980 430.5	6	42 46	4	35	980 430.3
67 1	5 43	78		978 098.3	68 1	5 11	69		978 063.6
2	41 30	794		980 058.2	2	41 27	2093		979 771.0
3	67 45	0	3280	982 529.7	3	67 52	0	3395	982 535.5
4	34 30	0	25	979 743.0	4	35 06	0	20	979 775.4
5	35 15	645	250	979 604.3	5	35 15	536	250	979 523.5
6	15 20	100	30	978 343.1	6	29 53	89	29	979 318.0
69 1	5 11	75		978 068.0	70 1	5 22	64		978 061.3
2	41 25	1717		979 841.5	2	41 18	405		980 116.8
3	67 52	0	3265	982 542.4	3	67 57	0	1975	982 572.7
4	36 03	0	289	979 887.0	4	36 05	0	299	979 903.3
5	35 15	471	250	979 638.3	5	35 15	528	250	979 474.7
6	17 50	471	28	978 456.6	6	15 36	380	27	978 303.3
71 1	5 32	123		978 076.3	72 1	8 58	36		978 244.7
2	35 15	1051		979 573.1	2	35 15	1128		979 553.1
3	68 00	0	2360	982 527.5	3	68 03	0	1690	982 564.3
4	37 34	0	210	980 012.9	4	37 36	0	120	979 995.8
5	41 20	29	150	980 157.4	5	41 12	511	150	980 099.0
6	29 56	10	26	979 306.6	6	24 54	25	25	978 962.2

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
73 1	5 32	99		978 090.1	74 1	6 51	4		978 136.9
2	41 38	1180		980 034.2	2	35 15	1128		979 553.1
3	68 00	0	2360	982 527.5	3	68 03	0	1690	982 564.3
4	37 34	0	210	980 012.9	4	37 36	0	120	979 995.8
5	41.20	29	150	980 157.4	5	41 12	511	150	980 099.0
6	25 45	334	31	978 939.3	6	33 02	48	18	979 628.8
75 1	1 19	19		978 072.3	76 1	40 36	69		980 223.0
2	15 25	1270		978 054.2	2	25 45	1337		978 629.5
3	66 44	0	3120	982 433.5	3	66 52	0	4232	982 426.1
4	38 06	0	99	980 000.0	4	38 08	0	67	980 046.8
5	35 13	180	350	979 663.3	5	35 13	219	350	979 656.4
6	41 43	401	17	980 178.8	6	0 13	815	21	977 748.6
77 1	40 39	25		980 226.4	78 1	50 04	96		981 061.5
2	1 15	1636		977 540.3	2	17 50	1472		978 148.7
3	66 57	0	3443	982 416.5	3	66 57	0	2735	982 424.4
4	38 22	0	66	980 051.4	4	38 20	0	60	980 061.7
5	35 18	198	350	979 657.5	5	35 13	339	350	979 533.3
6	19 05	440	15	978 468.1	6	8 57	15	14	978 248.1
79 1	41 54	45		980 364.9	80 1	4 26	55		978 083.3
2	19 10	1540		978 057.6	2	16 31	3519		977 467.1
3	67 10	0	3100	982 424.8	3	66 40	0	2839	982 421.5
4	38 28	0	89	980 062.5	4	37 58	0	150	980 030.2
5	35 12	402	350	979 619.3	5	35 14	68	350	979 580.3
6	10 30	1042	13	978 040.9	6	26 22	30	9	979 126.5
81 1	1 21	29		978 087.5	82 1	4 18	76		978 024.4
2	41 11	2320		979 587.4	2	41 10	755		980 086.3
3	66 28	0	4721	982 389.8	3	66 31	0	2291	982 395.2
4	37 38	0	220	980 020.1	4	37 43	0	175	980 020.4
5	35 15	883	250	979 550.5	5	35 14	190	350	979 535.7
6	28 37	214	24	979 136.2	6	30 46	313	23	979 310.1
83 1	9 22	80		978 160.3	84 1	5 47	12		978 103.7
2	35 12	1163		979 536.5	2	35 18	829		979 581.0
3	66 31	0	3980	982 415.4	3	67 28	0	3946	982 515.7
4	37 45	0	130	980 012.3	4	37 47	0	80	980 005.3
5	41 01	43	250	980 141.9	5	41 01	170	200	980 115.1
6	19 52	558	22	978 484.6	6	26 50	436	21	978 990.5
85 1	1 19	25		978 072.1	86 1	1 23	16		978 034.6
2	40 59	803		980 086.5	2	40 24	655		979 982.4
3	66 34	0	4445	982 398.3	3	67 26	0	4009	982 423.3
4	37 49	0	85	980 015.7	4	37 51	0	135	980 022.8
5	35 13	275	350	979 646.2	5	35 16	157	350	979 663.7
6	18 55	6	20	978 603.4	6	17 33	531	19	978 335.9

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
87	1 6 51	17		978 129.9	88	1 22 20	4		978 796.5
	2 10 30	1054		977 832.5		2 4 38	2592		977 405.3
	3 66 40	0	2785	982 432.7		3 67 12	0	3674	982 415.4
	4 37 56	0	145	980 029.2		4 38 33	0	95	980 074.2
	5 35 16	389	350	978 619.2		5 35 13	139	458	979 677.7
	6 15 11	170	10	978 396.1		6 19 10	220	12	978 514.0
89	1 35 03	61		979 722.4	90	1 6 49	7		978 132.1
	2 42 40	2257		979 758.2		2 42 40	1727		979 831.7
	3 68 57	0	2385	982 624.5		3 69 00	0	2663	982 559.8
	4 16 52	0	105	978 436.8		4 26 26	0	110	979 054.3
	5 35 09	398	100	979 525.0		5 35 09	286	200	979 603.7
	6 0 13	815	51	977 989.1		6 16 31	519	45	978 391.6
91	1 24 54	25		978 962.6	92	1 15 11	170		978 396.7
	2 42 35	810		980 153.4		2 42 35	1807		979 930.2
	3 69 01	0	2000	982 517.5		3 69 02	0	1510	982 531.5
	4 35 59	0	120	979 896.3		4 27 44	0	115	979 271.5
	5 35 09	216	200	979 566.4		5 35 09	137	200	979 605.2
	6 8 58	7	53	978 242.0		6 6 49	7	54	978 131.0
93	1 28 37	214		979 136.4	94	1 26 22	5		979 126.3
	2 42 34	275		980 231.5		2 42 34	1973		979 761.0
	3 69 04	0	3710	982 540.3		3 69 04	0	1530	982 602.4
	4 4 01	0	120	978 112.2		4 4 15	0	125	978 139.5
	5 35 08	37	200	979 748.1		5 35 08	5	200	979 747.8
	6 22 16	10	55	978 761.3		6 24 54	25	56	978 962.0
95	1 35 38	21		979 790.0	96	1 35 43	18		979 801.2
	2 42 40	2257		979 758.2		2 26 12	1715		978 550.4
	3 69 10	0	1200	982 579.6		3 69 10	0	2118	982 547.4
	4 4 55	0	135	978 100.3		4 5 44	0	140	978 115.3
	5 35 18	23	200	979 736.3		5 35 19	52	300	979 706.1
	6 28 22	150	58	979 080.1		6 42 31	572	45	980 195.4
97	1 40 35	33		980 290.5	98	1 40 37	65		980 288.4
	2 42 29	2349		979 832.7		2 42 28	2200		979 859.4
	3 69 14	0	1600	982 590.2		3 69 16	0	1100	982 557.6
	4 6 52	0	145	978 126.3		4 8 07	0	20	978 190.8
	5 35 20	245	300	979 658.8		5 35 19	356	300	979 636.3
	6 29 53	148	60	979 246.0		6 25 45	377	61	978 929.1
99	1 40 33	250		980 110.4	100	1 40 37	164		980 280.5
	2 42 24	1076		980 082.1		2 42 26	1469		979 989.7
	3 69 18	0	3340	982 572.2		3 69 19	0	3367	982 567.8
	4 9 18	0	49	978 243.3		4 10 07	0	140	978 225.7
	5 35 20	333	300	979 629.6		5 35 19	436	300	979 606.0
	6 22 20	154	62	978 658.1		6 19 20	268	53	978 551.4

б) критерии оценивания:

Выполняется в письменной форме. При оценке работы студента учитывается:

1. Правильное раскрытие содержания основных вопросов темы, правильное решение задач.

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

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета.
2	Хорошо	Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов.
3	Удовлетворительно	Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает материал, допускает искажение фактов.
4	Неудовлетворительно	Студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы.
5	Зачтено	Выполнено правильно не менее 50% заданий, работа выполнена по стандартной или самостоятельно разработанной методике, в освещении вопросов не содержится грубых ошибок, по ходу решения сделаны аргументированные выводы, самостоятельно выполнена графическая часть работы.
6	Не зачтено	Студент не справился с заданием (выполнено правильно менее 50% задания варианта), не раскрыто основное содержание вопросов, имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в решении задач, в выполнении графической части задания и т.д., а также выполнена не самостоятельно.

#### 2.4. Опрос устный

а) типовые вопросы:

*Тема 1. «Предмет теории фигуры планет и гравиметрия»*

1. История определения фигуры планет и Земли.
2. Закон всемирного тяготения.
3. Роль курса «Теория фигур планет и гравиметрия» в подготовке специалиста по прикладной геодезии.
4. Перспективы изучения фигуры Земли и её гравитационного поля.

*Тема 2. «Гравитационное поле и её потенциал»*

1. Что называется нормальным гравитационным полем?
2. Какие величины называют фундаментальными геодезическими постоянными?
3. Какие величины, характеризующие параметры земного эллипсоида, называют основными геодезическими постоянными?
4. Как называется величина  $fM$  и что она характеризует?
5. Какие параметры относятся к параметрам нулевого порядка?
6. Какие параметры относятся к параметрам порядка сжатия?
7. Какие параметры относятся к параметрам высшего порядка?

*Тема 3. «Определение внешнего гравитационного поля и фигуры планет»*

1. Какие параметры относят к исходным?
2. Какие параметры Земли являются производными постоянными?
3. Какая величина называется нормальной высотой?
4. Какую величину называют превышением?
5. Какую величину называют астрономо-геодезическим уклоном отвесной линии?

*Тема 4. «Гравиметрия»*

1. Что является предметом изучения гравиметрии?
2. Какая величина называется нормальной высотой?
3. Какую величину называют превышением?
4. Какую величину называют астрономо-геодезическим уклоном отвесной линии?
5. Как выражается аномалия силы тяжести?

*Тема 5. «Методы измерения силы тяжести в пространстве и во времени»*

1. Какие гравиметры называются статическими?
2. На чём основан принцип измерения силы тяжести статическими гравиметрами?
3. Как определить абсолютное значение силы тяжести в  $i$ -й точке на поверхности Земли?
4. Принцип работы пружинной чувствительной системы гравиметра.
5. Принцип работы крутильной чувствительной системы гравиметра.
6. Что такое астазирование гравиметров, для чего оно применяется?
7. За счёт чего достигается астазирование?

*Тема 6. «Аномалии силы тяжести и редукции силы тяжести»*

1. Объясните понятия «смешанная аномалия» и «чистая аномалия».
2. Что означает слово «редукция»?
3. Объясните физический смысл редукций Буге и за свободный воздух.
4. Как называется коэффициент  $f$  в формуле и чему он равен?
5. Как изменяется сила тяжести на поверхности эллипсоида и вне его?

*Тема 7. «Опорные гравиметрические сети. Прецизионные гравиметрические сети»*

1. С какой целью создаётся гравиметрическая сеть?
2. Структура Государственной гравиметрической сети.
3. Что собой представляет Государственная гравиметрическая сеть?
4. Где должны располагаться фундаментальные пункты?
5. Для какой цели создаются пункты-спутники, как их устанавливают?
6. По какой схеме создаётся Государственная гравиметрическая сеть 1 класса?
7. Как выполняют измерения на пунктах?
8. Какая допускается средняя квадратическая погрешность при измерении на связанных пунктах?
9. Какая допускается погрешность измерения силы тяжести в общегосударственной сети 1 класса?
10. С какой погрешностью определяют плановое положение пунктов?

б) критерии оценивания

При оценке знаний на опросе (устном) учитывается:

1. Полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
2. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
3. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
4. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

5. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);
6. Использование дополнительного материала (обязательное условие);
7. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов).

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

## 2.5. Защита лабораторной работы

а) типовые вопросы к защите лабораторной работы:

*Тема 1. «Изучение гравиметра абсолютного баллистического лазерного типа ГАБЛ-Э»*

1. Для каких измерений предназначен гравиметр ГАБЛ-Э?
2. Какой принцип измерения лежит при работе с гравиметром ГАБЛ-Э?
3. Какую силу тяжести измеряют с помощью баллистических гравиметров?
4. Основные технические характеристики гравиметра ГАБЛ-Э.
5. Область применения гравиметров ГАБЛ-Э.

*Тема 2. «Установка гравиметра на минимум чувствительности к наклону (исследование уровней)»*

1. Какие бывают гравиметры в зависимости от материала изготовления чувствительной системы?
2. Что необходимо учитывать при измерении силы тяжести статическими гравиметрами?
3. В чём заключается специфика гравиметров, используемых в морских измерениях?
4. Для каких измерений используются градиентометры и вариометры?
5. Что является чувствительным элементом градиентометров и вариометров?
6. Принцип измерения силы тяжести в статических гравиметрах.
7. Принцип измерения силы тяжести в вариометрах и градиентометрах.
8. Как получают отсчёты в градиентометрах и вариометрах?

9. Какой недостаток существенно ограничивает использование градиентометров и вариометров?

*Тема 3. «Исследование гравиметра на смещение нуль-пункта»*

1. Методы относительных определений.
2. Аномалия в свободном воздухе (аномалия Фая).
3. Аномалия Буге.
4. Косвенная интерполяция аномалии в свободном воздухе.

*Тема 4. «Проложение и обработка гравиметрического рейса»*

1. От чего зависит глубина закладки гравиметрических центров?
2. Конструкция гравиметрического центра.
3. Как внешне оформляются пункты ГГС-1?
4. Кто отвечает за сохранность гравиметрических пунктов?
5. Для какой цели закладывают контрольные реперы вблизи пунктов ГГС?
6. Какая документация составляется после постройки пунктов ГГС?

б) критерии оценивания:

При оценке знаний на защите лабораторной работы учитывается:

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

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

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

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

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

промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения по дисциплине.

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

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

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