

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ НАУК О ЗЕМЛЕ И ТУРИЗМА

Утверждено:  
на заседании кафедры геодезии, картографии и  
географических информационных систем  
протокол №6 от 15 февраля 2021 г

И.о. зав. кафедрой  / А.Ф. Нигматуллин

Согласовано:  
Председатель УМК факультета наук о Земле и  
туризма

 / Ю.В. Фаронова

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Дисциплина «Теория фигур планет и гравиметрия»

Часть, формируемая участниками образовательных отношений

**программа бакалавриата**

Направление подготовки  
21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность (профиль) подготовки  
Инженерно-геодезические изыскания

Квалификация  
бакалавр

разработчик (составитель):  
доцент



/ И.Ю. Сайфуллин

Для приема: 2021 г.

Уфа – 2021 г.

Составитель: Сайфуллин И.Ю., канд. биол. наук, доцент кафедры геодезии, картографии и географических информационных систем

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры геодезии, картографии и географических информационных систем, протокол № 6 от 15 февраля 2021 г.

Заведующий кафедрой

 / А.Ф. Нигматуллин

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры геодезии, картографии и географических информационных систем, протокол № 11 от «15» июня 2021 г.

Актуализация РПД в связи с изменением ФГОС.

Заведующий кафедрой

 / А.Ф. Нигматуллин

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры геодезии, картографии и географических информационных систем, протокол № 1 от «31» августа 2021 г.

Актуализация рабочей программы воспитания.

Заведующий кафедрой

 / А.Ф. Нигматуллин

## **Список документов и материалов**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
  - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

## 1. 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-4: Способен осуществлять управление и организацию инженерно-геодезических работ в полевых и камеральных условиях с использованием методов исследования, проверок и эксплуатации геодезических, астрономических, гравиметрических приборов, инструментов и систем	ПК-4.1 Осуществляет создание, развитие и поддержание в рабочем состоянии геодезических сетей наземными и спутниковыми методами;	<p><i>Знать:</i> Технологию выполнения гравиметрических измерений, основных принципов построения государственных гравиметрических сетей и гравиметрических сетей специального назначения, основных принципов поверки и эксплуатации гравиметрического оборудования.</p> <p><i>Уметь:</i> 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.</p> <p><i>Владеть:</i> Математическим аппаратом для обработки результатов гравиметрических измерений, интерпретировать результаты гравиметрических измерений, проектирования и построения гравиметрических сетей.</p>

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория фигур планет и гравиметрия» относится к дисциплинам части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 3 курсе в летней сессии.

Цель изучения дисциплины являются формирование у студентов целостного понимания необходимого комплекса геодезических и гравиметрических измерений, позволяющих определить фигуру Земли и обеспечивающих перенос в натуру инженерных сооружений.

Объект изучения дисциплины физическая поверхность Земли и других планет, а также околоземное космическое пространство; искусственные и естественные объекты на физической поверхности и внутри Земли и других планет.

Освоение компетенций необходимы при изучении дисциплин «Организация и планирование инженерно-геодезических работ», «Составление программы инженерно-геодезических изысканий», а также при подготовке и защите выпускных квалификационных работ.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ НАУК О ЗЕМЛЕ И ТУРИЗМА

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Теория фигур планет и гравиметрия» на 3 курсе летняя сессия

заочная форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	19,2
лекций	6
практических/ семинарских	12
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	-
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	117
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	-
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	7,8

Форма (ы) контроля:

Экзамен – 3 курс (летняя сессия)

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1.	<b>Предмет Теории фигур планет и гравиметрия.</b> Введение в теорию фигуры планет. История определения фигуры планет и Земли. Закон всемирного тяготения. Перспективы изучения фигуры Земли и её гравитационного поля. Предмет и задачи гравиметрии. Связь гравиметрии с другими науками.	1	-	-	6	1,2,3,4	Изучение дополнительного материала лекционных занятий по тематике: «История определения фигуры планет и Земли. Перспективы изучения фигуры Земли и её гравитационного поля»	Устный опрос Контрольная работа
2.	<b>Гравитационное поле и её потенциал.</b> 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.	1	-	-	12	1,2,3,4	Изучение дополнительного материала лекционных занятий по тематике: «Краевые задачи теории потенциала. Формулы Грина. Постоянные Стокса»	Устный опрос Контрольная работа
3.	<b>Основы теории фигуры равновесия небесных тел.</b> Дифференциальная геометрия гравитационного поля. Основы	2	2	-	13	-	Проработка лекционного теоретического материала, выполнение дополнительных вычислений по Лр №1 на ПК,	Устный опрос Контрольная работа Собеседование

	<p>теории фигуры вращающейся планеты в историческом аспекте, достижения Клеро, Эйлера, Ляпунова, Пуанкаре, Молоденского и др., значение полученных результатов для физики Земли и планет, геодезии и геодинамики. Основные теоремы гидростатики. Жидкие эллипсоиды. Эллиптические цилиндры. Сфероиды Маклорена, эллипсоиды Якоби, модель планеты Роша, сфероид Клеро и сфероид Дарвина-Де Ситера. Формула Клеро. Теорема Стокса. Проблема Стокса. Решение проблемы Стокса для эллипсоида вращения. Пределы угловой скорости вращения.</p>						оформление и печать результатов и пояснительной записки.	по практической работе №1
4.	<p><b>Определение внешнего гравитационного поля и фигуры планет.</b> Геодезическая обратная задача теории потенциала для слабо сжатых эллипсоидов вращения. Обобщенные фигуры планет. Определение геоцентрических радиусов векторов обобщенных фигур планет.</p>	-	2	-	12	1,2,3,4	Проработка лекционного теоретического материала, выполнение дополнительных вычислений по Лр №2 на ПК, оформление и печать результатов и пояснительной записки.	Устный опрос. Собеседование по практической работе №2 Контрольная работа
5.	<p><b>Методы измерения силы тяжести в пространстве и во времени.</b> Динамические и статические методы измерения. Абсолютные и относительные измерения силы тяжести. Баллистический метод абсолютных измерений силы тяжести. Основы теории колебания маятника. Абсолютные маятниковые измерения.</p>	-	4	-	16	1,2,3,4	Проработка лекционного теоретического материала в форме краткого конспекта, выполнение дополнительных вычислений по Лр №3 на ПК, оформление и печать результатов и пояснительной записки.	Проверка конспекта выполнения СРС. Устный опрос. Собеседование по практической работе №3

	Относитель измерения силы тяжести маятниковыми приборами. Основы теории статического метода измерения силы тяжести. Общие сведения о гравиметрах. Физические свойства упругих тел, применяемых в гравиметрах. Основа теории механических гравиметров. Основное уравнение равновесия рычажно-пружинных гравиметров. Кварцевые астазированные гравиметры. Металлические гравиметры. Сверхпроводящие гравиметры. Источники ошибок и точность измерений. Калибровка гравиметров.							
6.	<b>Опорные гравиметрические сети. Прецизионные гравиметрические сети.</b> 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.	2	-	-	12	1,2,3,4	Изучение дополнительного материала лекционных занятий по тематике: «Мировая опорная гравиметрическая сеть. Национальные опорные сети»	Устный опрос Контрольная работа
7.	<b>Аномалии силы тяжести и редукции силы тяжести.</b> Нормальное и аномальное гравитационное поле планет. Аномалии Буге и аномалии с редукцией в свободном воздухе. Топографо-геодезическое обеспечение гравиметрических съёмок. Методика составления и	-	4	-	14	1,2,3,4	Проработка лекционного теоретического материала, выполнение дополнительных вычислений по Лр №4 на ПК, оформление и печать результатов и пояснительной записки.	Устный опрос Контрольная работа Собеседование по практической работе №4

	точность построения гравиметрических карт. Базы гравиметрических данных. Гравиметрическая изученность Земли.							
8.	<b>Измерения силы тяжести на подвижном основании и гравиметрическая съемка.</b> Теоретические основы. Вертикальные и горизонтальные возмущающие ускорения. Инерциальные ускорения, связанные с вращением Земли. Эффект Этвеша. Особенности измерения силы тяжести на море. Морские гравиметрические системы. Морская гравиметрическая съемка. Аэрогравиметрические системы и съемки.	-	-	-	16	1,2,3,4	Изучение дополнительного материала лекционных занятий по тематике: «Особенности измерения силы тяжести на море. Морские гравиметрические системы. Морская гравиметрическая съемка»	Устный опрос Контрольная работа
9.	<b>Гравитационная градиентометрия. Принцип гравитационных градиентометров.</b> Измерение вторых производных потенциала силы тяжести. Гравитационный вариометр; наземная вариометрическая съемка; вращательный градиентометр; градиентометрия на подвижном основании. Спутниковая градиентометрия. Определение изменений силы тяжести во времени. Приливные изменения силы тяжести. Неприливные изменения силы тяжести.	-	-	-	16	1,2,3,4	Изучение дополнительного материала лекционных занятий по тематике: «Определение изменений силы тяжести во времени. Приливные изменения силы тяжести. Неприливные изменения силы тяжести».	Устный опрос Контрольная работа
	<b>Всего часов:</b>	6	12	-	117			

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотношенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции: ПК-4: Способен осуществлять управление и организацию инженерно-геодезических работ в полевых и камеральных условиях с использованием методов исследования, проверок и эксплуатации геодезических, астрономических, гравиметрических приборов, инструментов и систем;

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ИПК-4.1 Осуществляет создание, развитие и поддержание в рабочем состоянии геодезических сетей наземными и спутниковыми методами;	<i>Знать:</i> Технологию выполнения гравиметрических измерений, основных принципов построения государственных гравиметрических сетей и гравиметрических сетей специального назначения, основных принципов поверки и эксплуатации гравиметрического оборудования.	Не способен воспроизвест и основное содержание знаний полученных в результате освоения дисциплины	Воспроизводит полученные знания с существенными фактическим и ошибками	В целом верно воспроизводит полученные знания, испытывает затруднения в комментировании.	Корректно и полно воспроизводит полученные знания, верно комментирует их с необходимой степенью глубины.
	<i>Уметь:</i> 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.	Не способен воспроизвест и основное содержание умений полученных в результате освоения дисциплины	Воспроизводит полученные умения с существенными фактическим и ошибками	В целом верно воспроизводит полученные умения, испытывает затруднения в комментировании.	Корректно и полно воспроизводит полученные умения, верно комментирует их с необходимой степенью глубины.

	<i>Владеть:</i> Математическим аппаратом для обработки результатов гравиметрических измерений, интерпретировать результаты гравиметрических измерений, проектирования и построения гравиметрических сетей.	Не способен воспроизвест и основное содержание владения навыками полученных в результате освоения дисциплины	Воспроизводит и полученные навыки с существенными фактическим и ошибками	В целом верно воспроизводит полученные навыки, испытывает затруднения в комментировании.	Корректно и полно воспроизводит полученные навыки, верно комментирует их с необходимой степенью глубины.

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций.  
Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-4.1 Осуществляет создание, развитие и поддержание в рабочем состоянии геодезических сетей наземными и спутниковыми методами;	<i>Знать:</i> Технологию выполнения гравиметрических измерений, основных принципов построения государственных гравиметрических сетей и гравиметрических сетей специального назначения, основных принципов поверки и эксплуатации гравиметрического оборудования.	Контрольная работа Устный опрос Практическая работа
	<i>Уметь:</i> Обработать 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.	Контрольная работа Устный опрос Практическая работа
	<i>Владеть:</i> Математическим аппаратом для обработки результатов гравиметрических измерений, интерпретировать результаты гравиметрических измерений, проектирования и построения гравиметрических сетей.	Контрольная работа Практическая работа

Структура экзамена: Экзамен проходит в формате устного опроса. К экзамену допускаются студенты, сдавшие все практические работы. Экзаменационный билет включает 2 вопроса.

#### **Перечень вопросов на экзамен**

1. История определения фигуры Земли. Основы теории фигуры вращающейся планеты в историческом аспекте.
2. Закон всемирного тяготения. Достижения Ньютона, Клеро, Эйлера, Ляпунова, Пуанкаре, Маклорена, Стокса, Молоденского, Морица и др.
3. История эволюции представлений о фигуре и размерах Земли.
4. Сила притяжения и сила тяжести. Потенциалы сил. Свойства гравитационного потенциала.
5. Потенциал силы тяжести и его свойства.
6. Представление гравитационного потенциала разложением в ряд сферических функций.
7. Числовые параметры модели гравитационного поля планеты. Современные модели гравитационного поля Земли, оценка их точности.
8. Геоид. Фигура Земли: эллипсоидальное (нормальное) приближение.
9. Идеальный (идеализированный) геоид. Сила тяжести на поверхности идеального геоида. Формула Клеро.
10. Теорема Стокса. Проблема Стокса. Формула Пицетти-Сомильяна.
11. Формулы нормальной силы тяжести.
12. Нормальная Земля. Фундаментальные геодезические параметры Нормальной Земли.
13. Теория определения фигуры планетарного геоида. Возмущающий потенциал и его свойства.
14. Превышения геоида и отклонения отвесной линии. Концепция изостазии
15. Концепция изостазии. Проблема регуляризации Земли. Проблема редукции измерений силы тяжести.
16. Геодезическая краевая задача Стокса для возмущающего потенциала. Решение краевой задачи в сферическом приближении.
17. Формула Стокса для превышения геоида. Методы изучения фигуры Земли в стоксовом приближении.
18. Составляющие отклонения отвесной линии. Формула Венинг-Мейнеса для составляющих отклонения отвесной линии.
19. Задача вычисления трансформант возмущающего потенциала и устойчивость ее решения. Фигура планетарного геоида по современным спутниковым данным.
20. Фигура планетарного геоида по современным спутниковым данным - модели геопотенциала, уровни приближений и оценка их точности.
21. Теория высот в гравитационном поле Земли. Ортометрические и нормальные высоты. Аномалия высоты. Квазигеоид.
22. Вычисления аномалии высоты. Оценка величины расхождения фигур геоида и квазигеоида в зависимости от рельефа местности и аномальности поля силы тяжести.
23. Геодезическая краевая задача Молоденского и пути ее решения. Вывод краевого условия геодезической краевой задачи Молоденского. Современные взгляды на геодезические краевые задачи.
24. Интегральное уравнение Молоденского. Подходы к решению интегрального уравнения. Современные взгляды на геодезические краевые задачи
25. Методы изучения фигуры физической поверхности Земли. Понятие об астрономогеодезическом и астрономо-гравиметрическом нивелировании.
26. Методы изучения фигуры регионального геоида/квазигеоида.
27. Современные представления о фигурах и структуре гравитационных полей Луны, Марса, Фобоса, Венеры и др

28. Перспективы развития планетной геодезии.
29. Сила тяжести и ее потенциал. Геоид.
30. Фигура геоида в первом приближении.
31. Сила тяжести на поверхности нормального эллипсоида. Формула Клеро первого порядка.
32. Теорема Стокса. Проблема Стокса.
33. Решение проблемы Стокса для эллипсоида вращения.
34. Сила тяжести на поверхности нормального эллипсоида. Формула Пицетти-Сомильяна.
35. Формула Клеро второго порядка. Нормальная сила тяжести. Формулы нормальной силы тяжести.
36. Нормальная Земля и ее фундаментальные параметры.
37. Возмущающий потенциал и его свойства.
38. Характеристики фигуры геоида и их зависимость от возмущающего потенциала.
39. Геодезическая краевая задача для возмущающего потенциала.

### Образец экзаменационного билета

БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
 Факультет наук о Земле и туризма  
 Кафедра геодезии, картографии и географических информационных систем  
 Экзамен по дисциплине «Теория фигур планет и гравиметрия»  
 20\_\_ - 20\_\_ учебный год

1. Сила тяжести и ее потенциал. Геоид
2. Теорема Стокса. Проблема Стокса. Формула Пицетти-Сомильяна.

Заведующий кафедрой  
 геодезии, картографии и географических  
 информационных систем, канд. геогр. наук, доцент

А.Ф. Нигматуллин

### Критерии оценки экзамена:

Оценка «отлично» ставится, если студент продемонстрировал системные знания по поставленным вопросам. Раскрыл вопросы логично, показав понимание причинно-следственных взаимосвязей, не допустив ошибок и неточностей; использовал необходимую терминологию, подкреплял теоретические положения конкретными примерами.

Оценка «хорошо» ставится за ответ, из которого ясно, что студент имеет основные знания по обоим вопросам. Однако в ответе отсутствуют некоторые элементы содержания или присутствуют неточности.

Оценка «удовлетворительно» ставится за ответ, в котором студент проявляет фрагментарное знание элементов содержания, но не может их подкрепить конкретными примерами.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент не владеет основными понятиями

### Практические работы

№ Пр. работ	№разделы дисциплин	Темы практических занятий	Трудоёмкость (часы)
1	3	Вычисление аномалий силы тяжести. Построение гравиметрических карт	2
2	4	Оценка точности гравиметрических карт и установление связи аномалий силы тяжести с рельефом	2
3	5	Вычисление гравиметрической аномалии высоты	4
4	7	Вычисление составляющих уклонения отвеса	4
Всего:			12

### Критерии оценки практических работ

Практическая работа «зачтена», если студент полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Практическая работа «не зачтена», если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

### Темы для самостоятельного изучения для устного опроса Самостоятельная работа студента

№ разделы дисциплин	Содержание СРС	Трудоёмкость (часы)	Контроль выполнения СРС
1	Изучение дополнительного материала лекционных занятий по тематике: «История определения фигуры планет и Земли. Перспективы изучения фигуры Земли и её гравитационного поля»	6	Устный опрос. Контрольная работа
2	Изучение дополнительного материала лекционных занятий по тематике: «Краевые задачи теории потенциала .Формулы Грина. Постоянные Стокса»	12	Устный опрос. Контрольная работа
3	Проработка лекционного теоретического материала в форме краткого конспекта, выполнение дополнительных вычислений по Лр №1 на ПК, оформление и печать результатов и пояснительной записки.	13	Устный опрос. Контрольная работа Собеседование по лабораторной работе №1
4	Проработка лекционного теоретического материала в форме краткого конспекта, выполнение дополнительных вычислений по Лр №2 на ПК, оформление и печать результатов и пояснительной записки.	12	Устный опрос. Контрольная работа Собеседование по лабораторной работе №2
5	Проработка лекционного теоретического материала в форме краткого конспекта, выполнение дополнительных вычислений по Лр №3 на ПК, оформление и печать результатов и пояснительной записки.	16	Устный опрос. Контрольная работа Собеседование по лабораторной работе №3

6	Изучение дополнительного материала лекционных занятий по тематике: «Мировая опорная гравиметрическая сеть. Национальные опорные сети»	12	Устный опрос. Контрольная работа
7	Проработка лекционного теоретического материала в форме краткого конспекта, выполнение дополнительных вычислений по Лр №4 на ПК, оформление и печать результатов и пояснительной записки.	14	Устный опрос. Контрольная работа Собеседование по лабораторной работе №4
8	Изучение дополнительного материала лекционных занятий по тематике: «Особенности измерения силы тяжести на море. Морские гравиметрические системы. Морская гравиметрическая съёмка»	16	Устный опрос. Контрольная работа
9	Изучение дополнительного материала лекционных занятий по тематике: «Определение изменений силы тяжести во времени. Приливные изменения силы тяжести. Неприливные изменения силы тяжести».	16	Устный опрос. Контрольная работа
	Всего:	117	

### Критерии оценивания устного опроса

«Зачтено» за ответ выставляется, если студент без затруднений отвечает на вопрос, или же допускает незначительные неточности, но демонстрирует хорошее знание вопроса.

«Не зачтено» за ответ выставляется, если студент не смог ответить на вопрос или в ответе имеются принципиальные ошибки.

### Задания для контрольной работы

Контрольная работа является промежуточной аттестацией студента, направленная на контроль освоения дисциплины с целью оценивание усвоения знаний, умений и навыков согласно формируемой компетенции.

Описание контрольной работы: Письменная контрольная работа направлена на оценивание усвоения ЗУН по дисциплине. Контрольная работа составлена в одном варианте и содержит 10 вопросов.

### Примерные вопросы контрольной работы

1. Чему приближенно равен радиус земного шара?
2. Что такое геоид?
3. Могут ли высоты геоида быть отрицательными?
4. Что означает определение физической поверхности Земли?
5. Зачем при вычислении потенциала тяготения объемного тела его разделяют на бесконечно малые массы?
6. Можно ли по формуле для потенциала объемных масс практически определить потенциал притяжения Земли?
7. Как связаны сила тяжести и её потенциал?
8. Какую часть полной величины  $g$  составляет 1 миллигал?
9. Можно ли увидеть уровенную поверхность потенциала силы тяжести?
10. Почему сила тяжести на экваторе меньше, чем на полюсе?
11. Почему область существования потенциала силы тяжести ограничена?
12. В каком направлении нормальная сила тяжести меняется быстрее?
13. Как величина центробежной силы изменяется с широтой?
14. На какой широте горизонтальный градиент нормальной силы тяжести максимален?
15. Почему уровенные поверхности нормального поля непараллельны?
16. Как, имея данные об одном из элементов аномального поля, вычислить другие?
17. Когда отклонение отвеса считают положительным и когда отрицательным?
18. Среднеквадратическая величина аномалии высоты на Земле  $\pm 30$  м; радиус Земли  $\approx 6400$  км. Оцените их отношение (степень аномальности поля).

19. Чье имя носит закон, на котором основан принцип работы статических гравиметров?
20. Почему приборы для измерения силы тяжести нуждаются в тщательных многосторонних исследованиях?
21. Какую роль играют гравиметрические базисы?
22. Какие геодезические работы надо выполнить для определения аномалии силы тяжести на пункте?
23. Могут ли аномалии силы тяжести быть отрицательными?
24. Чаще всего на исследуемую территорию составляют карту аномалий в свободном воздухе и карту аномалий Буге. На какой из них сечение изоаномал больше?
25. С какой точностью надо определять высоту пункта, если точность измерений силы тяжести 0,01 мГал?
26. Почему при решении задачи Молоденского используют смешанные аномалии в свободном воздухе, а не топографические аномалии?
27. При каких условиях аномальный потенциал  $T$  является гармонической функцией?
28. Что такое нормальная высота?
29. Какие высоты показаны на топографических картах? Назовите особенности высокоточных инженерно-геодезических сетей.
30. Что такое центральное поле притяжения?
31. Почему при вычислении гравиметрических поправок в инженерно - геодезических сетях не надо вычислять полные величины уклонений отвеса и аномалии высоты?
32. Как найти аномалии вертикального градиента силы тяжести, вычислив величины  $T_{xx}$  и  $T_{yy}$  по гравиметрическим уклонениям отвеса?

### **Критерии оценки контрольной работы**

Контрольная работа «зачтена», если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы, а также, если студент дал полные, развернутые ответы на несколько вопросов, однако допущены неточности в ответах на два-три вопроса.

Контрольная работа «не зачтена», если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов и ответы не даны по четырем и более вопросам.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

#### Основная литература:

1. Михелев Д.Ш. Инженерная геодезия : Учебник для студентов вузов / Под ред. Д.Ш. Михелева .— М. : Высшая школа, 2002 .— 464с. : ил. — Библиогр.:с.459.
2. Попов В.Н. Геодезия: учебник / В.Н. Попов, С.И. Чекалин. - М. : Горная книга, 2012. – 723 с. [электронный ресурс] - <https://biblioclub.ru/>

#### Дополнительная литература:

3. Пеллинен, Л.П. Высшая геодезия : Теорет. геодезия : [Учеб. пособие для вузов по спец. " Астрономогеодезия "] .— М. : Недра, 1978 .— 264 с : ил.
4. Дудко Б.П. Космические радиотехнические системы: учебное пособие / Б.П. Дудко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 291 с.: ил.,табл., схем. [электронный ресурс] - <https://biblioclub.ru/>

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
4. Научная электронная библиотека - elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - [https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)
5. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
6. Электронная библиотека диссертаций РГБ - <http://diss.rsl.ru/>
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. База данных международных индексов научного цитирования SCOPUS - <http://www.gpntb.ru>.
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. База данных международных индексов научного цитирования Web of Science - <http://www.gpntb.ru>

#### Программное обеспечение:

1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензия бессрочная.
2. Office Professional Plus 2013 Russian. Договор №104 17.06.2013 г. Лицензия бессрочная.
3. Система дистанционного обучения БашГУ (СДО). (Свободное ПО).

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p><b>1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> Аудитория № 715И</p> <p><b>2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> Аудитория №704</p> <p><b>3. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> Аудитория №704</p> <p><b>4. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> Аудитория №704</p> <p><b>5. Помещения для самостоятельной работы обучающихся</b> Аудитория № 713И, Абонемент №8 (читальный зал)</p>	<p style="text-align: center;">Аудитория № 715И</p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедийные проекторы BenQ MS527, BenQ MS504, Dexp DL-100, экраны SactusTriscreenCS-PST-124*221 напольный белый, APOLLOSAM-1105. 213*213, ноутбук Acer ES1-420-33VJ.</p> <p style="text-align: center;">Аудитория №704</p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедийные проекторы BenQ MS527, BenQ MS504, Dexp DL-100, экраны SactusTriscreenCS-PST-124*221 напольный белый, APOLLOSAM-1105. 213*213, ноутбук Acer ES1-420-33VJ.</p> <p style="text-align: center;">Аудитория № 713И</p> <p>Учебная мебель, доска, персональные компьютеры: Процессор Thermaltake, Intel Core 2 Duo Монитор Acer AL1916W , Window Vista Мышь Logitech (4шт.), Монитор 19" LG L1919S BF Black (LCD&lt;TFT,8ms, 280*1024,250кд/м,1400:1,4:3 D-Sub), Процессор InWin, Intel Core 2 Duo, Монитор Flatron 700, Процессор «Калмас», Монитор SamsungMJ17ASKN/EDC, Процессор «IntelInsidePentium 4», клавиатура (4 шт.)</p> <p style="text-align: center;">Абонемент №8 (читальный зал)</p> <p>Учебная мебель, компьютеры в сборе (системный блок Powercool\Ryzen 3 2200G (3.5)\ 8Gb\ A320M \HDD 1Tb\ DVD-RW\450W\ Win10 Pro\ Кл-ра USB\ Мышь USB\ LCD Монитор 21,5"- 3 шт.)</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензия бессрочная.</p> <p>2. Office Professional Plus 2013 Russian. Договор №104 17.06.2013 г. Лицензия бессрочная.</p> <p>3. Система дистанционного обучения БашГУ (СДО). (Свободное ПО).</p>