

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета Строительный Д.В. Панфилов  
«30» августа 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«Космическая геодезия»

**Направление подготовки 21.03.03 ГЕОДЕЗИЯ И ДИСТАНЦИОННОЕ  
ЗОНДИРОВАНИЕ**

**Профиль ГЕОДЕЗИЯ**

**Квалификация выпускника бакалавр**

**Нормативный период обучения 4 года / 5 лет**

**Форма обучения очная / заочная**

**Год начала подготовки 2016**

Автор программы

\_\_\_\_\_/В.В. Шумейко /

Заведующий кафедрой  
Кадастра недвижимости,  
землеустройства и геодезии

\_\_\_\_\_/В.Н. Баринов /

Руководитель ОПОП

\_\_\_\_\_/В.Н. Баринов /

Воронеж 2017

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цели дисциплины** является изучение теории гравиметрического потенциала, а также теории шаровых и сферических функций- основного математического аппарата при решении задач динамической космической геодезии как основы теории движения ИСЗ в неоднородном гравиметрическом поле. Изучение и анализ уравнений Лагранжа для возмущений элементов орбиты ИСЗ . Наблюдая возмущение орбиты ИСЗ определить динамические постоянные, характеризующие гравитационное поле Земли и ее динамическую фигуру.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- Ознакомление с понятиями ,дающими ясное представление о движении небесных тел;
- Формирование конкретных практических приемов, используемых для разработки способов орбит небесных тел и вычисления эфемерид;
- Владение технологией обоснования требований к геодезическим спутникам в отношении параметров их орбит и состава бортовой аппаратуры;
- Владение основными методами, необходимыми для анализа результатов наблюдений и их интерпретации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Космическая геодезия» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Космическая геодезия» направлен на формирование следующих компетенций:

ОК-6 - способностью работать в команде, толерантно воспринимая социальные и культурные различия

ОК-7 - способностью к самоорганизации и самообразованию

ОПК-1 - способностью использовать нормативные правовые документы в своей деятельности

ОПК-4 - способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОК-6	знать о социальных, этнических, конфессиональных и культурных

	особенностях представителей тех или иных социальных общностей
	уметь работая в коллективе, учитывать социальные, этнические, конфессиональные, культурные особенности представителей различных социальных общностей в процессе профессионального взаимодействия, толерантно воспринимать эти различия
	владеть способами и приемами предотвращения возможных конфликтных ситуаций в процессе профессиональной деятельности
ОК-7	знать инженерной деятельности в различных областях техники и технологий и понимать роль инженера в современном обществе
	уметь эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, выполняя различные задания, а также проявлять инициативу
	владеть современными информационными технологиями и инструментальными средствами для решения общих задач и для организации своего труда
ОПК-1	знать актуальные проблемы и тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности
	уметь вырабатывать свою точку зрения в профессиональных вопросах и отстаивать ее во время дискуссии со специалистами
	владеть современными информационно-коммуникационными технологиями.
ОПК-4	знать типовые алгоритмы обработки данных; структуры данных, используемые для представления типовых информационных объектов
	уметь применять основные методы, навыки и полученную информацию
	владеть теоретическими основами, методикой и методологией научных исследований в области космической геодезии

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Космическая геодезия» составляет 5

3.е.

**Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	8
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	64	28	36
В том числе:			
Лекции	38	14	24
Лабораторные работы (ЛР)	26	14	12
<b>Самостоятельная работа</b>	44	8	36
<b>Курсовой проект</b>	+		+
<b>Курсовая работа</b>	+	+	
Часы на контроль	72	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	180	72	108
зач.ед.	5	2	3

**заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		9	10
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	20	16
В том числе:			
Лекции	16	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	20	12	8
<b>Самостоятельная работа</b>	126	79	47
<b>Курсовой проект</b>	+		+
<b>Курсовая работа</b>	+	+	
Часы на контроль	18	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	180	108	72
зач.ед.	5	3	2

**5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий**

**очная форма обучения**

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб зан.	СРС	Всего , час
1	Абсолютный геометрический метод определения координат наземного пункта по кодовым ГЛОНАСС/GPS	Метод определения местоположения объекта, нахождение его координат на Земной поверхности при	8	6	6	20

		помощи ГНСС, называется спутниковым позиционированием. Данный метод позиционирования является заменой классических методов в геодезии, таких как построение полигонометрической сети, сети трилатерации и триангуляции. Спутниковые технологии могут применяться в различных сферах деятельности человека: от высокоточных геодезических измерений до определения местоположения автомобиля на дороге.				
2	Относительный геометрический метод определения векторов базовых линий между наземными пунктами по ГЛОНАСС/GPS	Относительный метод определения координат местоположения (относительное позиционирование) заключается в одновременном выполнении спутниковых измерений двумя (и более) приемниками. Таким образом, когда один приемник установлен на пункте с известными координатами, а другой – на определяемом, то пространственные координаты второго пункта определяются через вычисляемое приращение координат.	6	4	6	16
3	Привязка локальных СГС, построенных относительным геометрическим методом по ГЛОНАСС/GPS – измерениям, к общеземной координатной основе путем минимально ограниченного уравнивания СГС с фиксацией трех степеней свободы	Уравнивание и привязка спутниковых геодезических сетей к общеземной международной координатной основе ITRF.	6	4	8	18
4	Привязка локальных СГС, построенных относительным геометрическим методом по ГЛОНАСС/GPS - измерениям, к государственной координатной основе России двумя методами.	Привязка СГС и государственной координатной основе (ГКО) в плане и по высоте двумя способами.	6	4	8	18
5	Изучение комплекта аппаратуры Trimble 4700. Изучение инструкции по работе	Изучение курса для работы с аппаратурой Trimble 4700. Получение и закрепление	6	4	8	18

	со спутниковым приёмником Trimble 4700	теоретических знаний.				
6	Установка спутникового приёмника Trimble 4700 и подготовка к работе	Применение теоретических знаний при ведении геодезических работ на местности. Освоение методики спутникового оборудования, обеспечение непрерывной связи аппарата со спутником.	6	4	8	18
<b>Итого</b>			<b>38</b>	<b>26</b>	<b>44</b>	<b>108</b>

#### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб зан.	СРС	Всего , час
1	Абсолютный геометрический метод определения координат наземного пункта по кодовым ГЛОНАСС/GPS	Метод определения местоположения объекта, нахождение его координат на Земной поверхности при помощи ГНСС, называется спутниковым позиционированием. Данный метод позиционирования является заменой классических методов в геодезии, таких как построение полигонометрической сети, сети трилатерации и триангуляции. Спутниковые технологии могут применяться в различных сферах деятельности человека: от высокоточных геодезических измерений до определения местоположения автомобиля на дороге.	4	4	20	28
2	Относительный геометрический метод определения векторов базовых линий между наземными пунктами по ГЛОНАСС/GPS	Относительный метод определения координат местоположения (относительное позиционирование) заключается в одновременном выполнении спутниковых измерений двумя (и более) приемниками. Таким образом, когда один приемник установлен на пункте с известными координатами, а другой – на определяемом, то пространственные координаты второго пункта определяются через вычисляемое приращение координат.	4	4	20	28

3	Привязка локальных СГС, построенных относительно геометрическим методом по ГЛОНАСС/GPS – измерениям, к общеземной координатной основе путем минимально ограниченного уравнивания СГС с фиксацией трех степеней свободы	Уравнивание и привязка спутниковых геодезических сетей к общеземной международной координатной основе ITRF.	2	4	20	26
4	Привязка локальных СГС, построенных относительно геометрическим методом по ГЛОНАСС/GPS - измерениям, к государственной координатной основе России двумя методами.	Привязка СГС и государственной координатной основе (ГКО) в плане и по высоте двумя способами.	2	4	22	28
5	Изучение комплекта аппаратуры Trimble 4700. Изучение инструкции по работе со спутниковым приёмником Trimble 4700	Изучение курса для работы с аппаратурой Trimble 4700. Получение и закрепление теоретических знаний.	2	2	22	26
6	Установка спутникового приёмника Trimble 4700 и подготовка к работе	Применение теоретических знаний при ведении геодезических работ на местности. Освоение методики спутникового оборудования, обеспечение непрерывной связи аппарата со спутником.	2	2	22	26
<b>Итого</b>			<b>16</b>	<b>20</b>	<b>126</b>	<b>162</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Методики определения ИСЗ;
2. Геодезические пространственные сети. Способы построения;
3. Обработка и анализ результатов наблюдения ИСЗ.
4. Системы отсчета в астрономии. Горизонтальная система отсчета. Экваториальная система отсчета. Пересчет координат из одной системы отсчета в другую.
5. Астрономическая и геодезическая скорость ИСЗ. Процессия узлов мгновенной орбиты. Вращение оси эллипса в плоскости орбиты.
6. Оптические наблюдательные методы. Тригонометрические методы. Камера для оптического наблюдения ИСЗ.
7. Радиометрические наблюдения ИСЗ. Измерение эффекта Доплера. Другие методы наблюдения ИСЗ.
8. Анализ результатов наблюдения ИСЗ и геодезические выводы.

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 8 семестре для очной

формы обучения, 10.

Примерная тематика курсового проекта: «Геодезические пространственные сети. Способы построения» Варианты заданий выдаются по списку студентов.

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- методы создания геодезических сетей;
- точность определения координат.
- сравнительный анализ способов построения геодезических пространственных сетей

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 7 семестре для очной формы обучения, в 9 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Обработка и анализ результатов наблюдения ИСЗ»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- определение координат в режиме РТК.
- расчет координат в режиме «постобработки»
- сравнительный анализ точности определения координат различными методами

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

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

### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
ОК-6	знать о социальных, этнических, конфессиональных и культурных особенностях представителей тех или иных социальных общностей	Посещение лекций, посещение выполнения и защита лабораторных работ. Выполнение и	Выполнение теста на 70-100%	В тесте менее 70% правильных ответов



		защита курсовой работы и курсового проекта		
	уметь работая в коллективе, учитывать социальные, этнические, конфессиональные, культурные особенности представителей различных социальных общностей в процессе профессионального взаимодействия, толерантно воспринимать эти различия	Посещение лекций, посещение выполнения и защита лабораторных работ. Выполнение и защита курсовой работы и курсового проекта	Продемонстрированы верные ход решения в большинстве задач.	Задачи не решены
	владеть способами и приемами предотвращения возможных конфликтных ситуаций в процессе профессиональной деятельности	Посещение лекций, посещение выполнения и защита лабораторных работ. Выполнение и защита курсовой работы и курсового проекта	Продемонстрированы верные ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОК-7	знать инженерной деятельности в различных областях техники и технологий и понимать роль инженера в современном обществе	Посещение лекций, посещение выполнения и защита лабораторных работ. Выполнение и защита курсовой работы и курсового проекта	Выполнение теста на 70-100%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, выполняя различные задания, а также проявлять инициативу	Посещение лекций, посещение выполнения и защита лабораторных работ. Выполнение и защита курсовой работы и	Продемонстрированы верные ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

		курсового проекта		
	владеть современными информационными технологиями и инструментальными средствами для решения общих задач и для организации своего труда	Посещение лекций, посещение выполнение и защита лабораторных работ. Выполнение и защита курсовой работы и курсового проекта	Продемонстрирован верных ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-1	знать актуальные проблемы и тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности	Посещение лекций, посещение выполнение и защита лабораторных работ. Выполнение и защита курсовой работы и курсового проекта	Выполнение теста на 70-100%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь вырабатывать свою точку зрения в профессиональных вопросах и отстаивать ее во время дискуссии со специалистами	Посещение лекций, посещение выполнение и защита лабораторных работ. Выполнение и защита курсовой работы и курсового проекта	Продемонстрирован верных ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть современными информационно-коммуникационными технологиями.	Посещение лекций, посещение выполнение и защита лабораторных работ. Выполнение и защита курсовой работы и курсового проекта	Продемонстрирован верных ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-4	знать типовые алгоритмы обработки данных; структуры данных, используемые для представления типовых информационных объектов	Посещение лекций, посещение выполнение и защита лабораторных работ. Выполнение и защита курсовой работы и курсового проекта	Выполнение теста на 70-100%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь применять основные методы, навыки и полученную информацию	Посещение лекций, посещение выполнение и защита лабораторных работ. Выполнение и защита	Продемонстрирован верных ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

		курсовой работы и курсового проекта		
	владеть теоретическими основами, методикой и методологией научных исследований в области космической геодезии	Посещение лекций, посещение выполнения и защита лабораторных работ. Выполнение и защита курсовой работы и курсового проекта	Продемонстрированы верных ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7, 8 семестре для очной формы обучения, 9, 10 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Комп-тенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОК-6	знать о социальных, этнических, конфессиональных и культурных особенностях представителей тех или иных социальных общностей	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь работая в коллективе, учитывать социальные, этнические, конфессиональные, культурные особенности представителей различных социальных общностей в процессе профессионального взаимодействия, толерантно воспринимать эти различия	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть способами и приемами предотвращения возможных конфликтных ситуаций в процессе профессиональной деятельности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

				получен верный ответ во всех задачах		
ОК-7	знать инженерной деятельности в различных областях техники и технологий и понимать роль инженера в современном обществе	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, выполняя различные задания, а также проявлять инициативу	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть современными информационными и инструментальными средствами для решения общих задач и для организации своего труда	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-1	знать актуальные проблемы и тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь вырабатывать свою точку зрения в профессиональных вопросах и отстаивать ее во время дискуссии со специалистами	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

				верный ответ во всех задачах		
	владеть современными информационно-коммуникационными технологиями.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-4	знать типовые алгоритмы обработки данных; структуры данных, используемые для представления типовых информационных объектов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь применять основные методы, навыки и полученную информацию	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть теоретическими основами, методикой и методологией научных исследований в области космической геодезии	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

**7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. В спутниковых системах GPS и ГЛОНАСС используется:
  - 1) амплитудная модуляция;
  - 2) частотная модуляция;
  - 3) манипуляция фазы.+
2. Не требуется располагать теорией движения ИСЗ:
  - 1) в геометрическом методе;+
  - 2) в динамическом методе;
  - 3) в орбитальном методе.
3. Измерения должны быть синхронны:
  - 1) в геометрическом методе;+
  - 2) в динамическом методе;
  - 3) в орбитальном методе.
4. Определяются только начальные условия движения ИСЗ и координаты пунктов:
  - 1) в геометрическом методе;
  - 2) в динамическом методе;
  - 3) в орбитальном методе.+
5. В модели преобразования координат Гельмерта в общем случае требуются:
  - 1) 3 параметра;
  - 2) 5 параметров;
  - 3) 7 параметров;+
  - 4) 9 параметров;
  - 5) 12 параметров.
6. Сегмент космических аппаратов систем GPS и ГЛОНАСС должен состоять:
  - 1) из 9 спутников;
  - 2) из 21 спутника;
  - 3) из 24 спутников;+
  - 4) из 28 спутников;
  - 5) из 30 спутников.
7. В спутниковых системах GPS и ГЛОНАСС используется:
  - 1) амплитудная модуляция;
  - 2) частотная модуляция;
  - 3) манипуляция фазы.+
8. Количество орбитальных плоскостей в спутниковой системе GPS:
  - 1) 3;
  - 2) 4;
  - 3) 6;+
  - 4) 9;
  - 5) 12.
9. Количество орбитальных плоскостей в спутниковой системе ГЛОНАСС:
  - 1) 3;+
  - 2) 4;
  - 3) 6;
  - 4) 9;

5) 12.

10. Период обращения спутников системы GPS:

- 1) 1 ч 33 м 54 с;
- 2) 4 ч 02 м 00 с;
- 3) 11 ч 15 м 44;
- 4) 12 ч 00 м 00 с;+
- 5) 36 ч 00 м 00 с.

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Минимальное количество наблюдаемых спутников, для определения координат пункта и поправки к часам:

- 1) 3;
- 2) 4;+
- 3) 5;
- 4) 6;
- 5) 7.

2. Наиболее важным показателем геометрического фактора для определения высот является:

- 1) PDOP;
- 2) HDOP;
- 3) VDOP;+
- 4) TDOP;
- 5) GDOP.

3. В первых разностях фазовых дальностей полностью или частично исключаются погрешности:

- 1) часов спутника;+
- 2) часов приёмника;
- 3) целая неоднозначность фазовых циклов;
- 4) орбиты спутника;+
- 5) моделей атмосферы.+

4. Во вторых разностях фазовых дальностей полностью или частично исключаются погрешности:

- 1) часов спутника;+
- 2) часов приёмника;+
- 3) целая неоднозначность фазовых циклов;
- 4) орбиты спутников;+
- 5) моделей атмосферы.+

5. В третьих разностях фазовых дальностей полностью или частично исключаются погрешности:

- 1) часов спутника;+
- 2) часов приёмника;+
- 3) целая неоднозначность фазовых циклов;+
- 4) орбиты спутников;+
- 5) моделей атмосферы.+

6. При создании геодезических сетей основным режимом работы является:

1) кинематический;

2) стой и иди;

3) статический.+

7. Через ионосферу проходят волны длиной:

1) 5 м;+

2) 20 м;

3) 30 м;

4) 40 м;

5) 50 м.

8. Больше скорости света:

1) фазовая скорость волн;+

2) групповая скорость волн.

9. Частота C/A кода в спутниковой системе GPS:

1) 1.023 МГц;+

2) 5.11 МГц;

3) 10.23 МГц;

4) 1227.6 МГц;

5) 1246 МГц;

6) 1575.42 МГц;

7) 1602 МГц.

10. Удаление спутников системы GPS от центра Земли:

1) 1100 км;

2) 12200 км;

3) 25500 км;

4) 26600 км;+

5) 36000 км.

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1. Период обращения спутников системы ГЛОНАСС:

1) 1 ч 33 м 54 с;

2) 4 ч 02 м 00 с;

3) 11 ч 15 м 44;+

4) 12 ч 00 м 00 с;

5) 36 ч 00 м 00 с.

2. Удаление спутников системы ГЛОНАСС от центра Земли:

1) 1100 км;

2) 12200 км;

3) 25500 км;+

4) 26600 км;

5) 36000 км.

3. Атомный генератор на спутниках системы GPS вырабатывает основную частоту:

1) 1.023 МГц;



- 2) 5.11 МГц;
- 3) 10.23 МГц;+
- 4) 1227.6 МГц;
- 5) 1246 МГц;
- 6) 1575.42 МГц;
- 7) 1602 МГц.

4. Атомный генератор на спутниках системы ГЛОНАСС вырабатывает основную частоту:

- 1) 1.023 МГц;
- 2) 5.11 МГц;+
- 3) 10.23 МГц;
- 4) 1227.6 МГц;
- 5) 1246 МГц;
- 6) 1575.42 МГц;
- 7) 1602 МГц.

5. Частота C/A кода в спутниковой системе GPS:

- 1) 1.023 МГц;+
- 2) 5.11 МГц;
- 3) 10.23 МГц;
- 4) 1227.6 МГц;
- 5) 1246 МГц;
- 6) 1575.42 МГц;
- 7) 1602 МГц.

6. Отношение частот L1/L2 для исключения ионосферы:

- 1) 8/7;
- 2) 9/7;+
- 3) 10/9;
- 4) 11/8;
- 5) 13/11.

7. Точность параметров орбит выше:

- 1) в альманахе;
- 2) в бортовых эфемеридах.+

8. Разность шкал системного времени ГЛОНАСС и шкалы координированного времени UTC:

- 1) 1 ч;
- 2) 2 ч;
- 3) 3 ч;+
- 4) 4 ч;
- 5) 5 ч.

9. Разность шкал системного времени GPS и шкалы Международного атомного времени:

- 1) 19 с;+
- 2) 20 с;
- 3) 25 с;
- 4) 30 с;

5) 32 с.

10. Вычисленную по приближенным координатам определяемого пункта псевдодальность для разрешения неоднозначности достаточно знать с погрешностью:

- 1) 10 км;
- 2) 30 км;
- 3) 50 км;
- 4) 100 км;+

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Инерциальная система отсчета.
2. Геоцентрические системы координат, вращающиеся вместе с Землей.
3. Топоцентрические и орбитальные системы координат.
4. Системы звездного и всемирного времени.
5. Вывод дифференциальных уравнений невозмущенного движения .
6. Интегрирование дифференциальных уравнений движения.
7. Исследование невозмущенного движения. Законы Кеплера.
8. Элементы орбиты и их связь с постоянными интегрирования.
9. Динамический интеграл. Третий закон Кеплера.
10. Основные формулы невозмущенного движения.
11. Определение предварительных элементов орбиты ИСЗ из наблюдений.
12. Понятие о методе уточнения орбит ИСЗ.
13. Возмущенное движение ИСЗ. Постановка задачи.
14. Аналитические основы теории возмущенного движения.
15. Уравнения возмущенного движения ИСЗ в координатах.
16. Уравнения Лагранжа для оскулирующих элементов орбиты.
17. Уравнения Ньютона для оскулирующих элементов орбиты.
18. Основные методы приближенного аналитического интегрирования уравнений движения ИСЗ.

19. Возмущающая функция геопотенциала.

20. Негеопотенциальные возмущающие функции.

#### **7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1. Возмущающее ускорение, вызванное атмосферным торможением.
2. Классификация типов возмущений, вызываемых потенциальными факторами.
3. Эволюция орбиты ИСЗ под действием атмосферного торможения.
4. Общие принципы использования ИСЗ для определения координат наземных пунктов.
5. Уравнение плоскости синхронизации и хорды.
6. Виды условий, возникающих в спутниковой триангуляции.
7. Уравнения поправок в спутниковой триангуляции.
8. Уравнивание спутниковой триангуляции параметрическим способом.
9. Об уравнивании геодезических сетей, построенных орбитальным методом.

10. Задачи и методы априорной оценки точности.
11. Общие динамические задачи космической геодезии. Постановка задач.
12. Вычисление свободных членов уравнений поправок в орбитальном и общем динамическом методах.
13. Вычисление коэффициентов уравнений поправок в орбитальном и общем динамическом методах.
14. О решении уравнений поправок общего динамического и орбитального методов.
15. Спутниковое нивелирование. Сущность спутникового нивелирования.
16. Уравнения спутникового нивелирования.
17. Светолокация Луны. Уравнения системы Земля – Луна.
18. Принципы решения уравнений светолокации Луны.
19. Длиннобазисная радиоинтерферометрия.
20. Задачи космической геодезии.

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

#### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Абсолютный геометрический метод определения координат наземного пункта по кодовым ГЛОНАСС/GPS	ОК-6, ОК-7, ОПК- 1, ОПК-4	Тест, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту и курсовой работе....
2	Относительный геометрический метод определения векторов базовых линий между наземными пунктами по ГЛОНАСС/GPS	ОК-6, ОК-7, ОПК- 1, ОПК-4	Тест, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту и курсовой работе....

3	Привязка локальных СГС, построенных относительным геометрическим методом по ГЛОНАСС/GPS – измерениям, к общеземной координатной основе путем минимально ограниченного уравнивания СГС с фиксацией трех степеней свободы	ОК-6, ОК-7, ОПК- 1, ОПК-4	Тест, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту и курсовой работе....
4	Привязка локальных СГС, построенных относительным геометрическим методом по ГЛОНАСС/GPS - измерениям, к государственной координатной основе России двумя методами.	ОК-6, ОК-7, ОПК- 1, ОПК-4	Тест, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту и курсовой работе....
5	Изучение комплекта аппаратуры Trimble 4700. Изучение инструкции по работе со спутниковым приёмником Trimble 4700	ОК-6, ОК-7, ОПК- 1, ОПК-4	Тест, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту и курсовой работе....
6	Установка спутникового приёмника Trimble 4700 и подготовка к работе	ОК-6, ОК-7, ОПК- 1, ОПК-4	Тест, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту и курсовой работе....

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного

студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

Лабутина, И. А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ [Электронный ресурс] : методическое пособие / И. А. Лабутина, Е. А. Балдина. — Электрон. текстовые данные. — М. : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2011. — 90 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13470.html>

Лозовая, С. Ю. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий [Электронный ресурс] : практикум. Учебное пособие / С. Ю. Лозовая, Н. М. Лозовой, А. В. Прохоров. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. — 168 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28415.html>

Прием и обработка данных дистанционного зондирования Земли с космического аппарата TERRA [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторной работы №1 / В. И. Майорова, Д. А. Гришко, В. П. Малашин, С. С. Семашко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2014. — 28 с. — 978-5-7038-3922-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31616.html>

Трофимов, Д. М. Методы дистанционного зондирования при разведке и разработке месторождений нефти и газа [Электронный ресурс] / Д. М. Трофимов, М. Д. Каргер, М. К. Шуваева. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2015. — 80 с. — 978-5-9729-0090-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40233.html>

Лимонов, А. Н. Фотограмметрия и дистанционное зондирование [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. Н. Лимонов, Л. А. Гаврилова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Академический проект, 2016. — 297 с. — 978-5-8291-1878-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60142.html>

### **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных**

## **профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

### 1. Лицензионное программное обеспечение

- Microsoft Office Word 2013/2007
- Microsoft Office Excel 2013/2007
- Microsoft Office Power Point 2013/2007
- Autodesk для учебных заведений. Трехлетняя подписка к бессрочной лицензии:
- AutoCAD
- Civil 3D

### 2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

### 3. Информационные справочные системы

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

### 4. Современные профессиональные базы данных

#### **East View**

Адрес ресурса: <https://dlib.eastview.com/>

#### **Academic Search Complete**

Адрес ресурса: <https://neftegaz.ru/>

#### **«Геологическая библиотека» — интернет-портал специализированной литературы**

Адрес ресурса: <http://www.geokniga.org/maps/1296>

#### **Электронная библиотека «Горное дело»**

Адрес ресурса: <http://www.bibl.gorobr.ru/>

#### **MINING INTELLIGENCE & TECHNOLOGY —**

#### **Информационно-аналитический портал**

Адрес ресурса: <http://www.infomine.com/>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Компьютерный класс, спутниковые приёмники, компьютерные программы Credo Dat; AutoCad; MapInfo, электронный тахеометр.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Космическая геодезия» читаются лекции, проводятся лабораторные работы, выполняется курсовой проект, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом, экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

### Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	30.08.2018	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	