



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**  
**Отделение горного и нефтегазового дела**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

  
(подпись) М.А. Зверева  
(ФИО рук. ОП)

« 27 » декабря 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор отделения горного и  
нефтегазового дела

  
(подпись) Шестаков Н.В.  
(ФИО зав. каф.)

« 27 » декабря 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Основы космической геодезии»

**Направление подготовки 21.04.02 Землеустройство и кадастры**

Магистерская программа «Геоинформационные и кадастровые технологии»

**Форма подготовки очная**

курс 1, семестр 1  
лекции—18 час.  
практические занятия —18 час.  
лабораторная работа —00 час.  
в том числе с использованием МАО лек. —8/пр. —8 лаб.—0 час.  
всего часов аудиторной нагрузки—36 час.  
в том числе с использованием МАО—16 час.  
самостоятельная работа—72 час.  
в том числе на подготовку к экзамену—00 час.  
контрольные работы (количество) не предусмотрены  
курсовая работа/курсовой проект- не предусмотрены  
зачет I семестр  
экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального образовательного стандарта по направлению подготовки 21.04.02 Землеустройство и кадастры, утвержденного приказом Министра науки и высшего образования Российской Федерации от 11.08.2020 г. № 945

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании отделения горного и нефтегазового дела, протокол № 4 от «27» декабря 2021 г.

Директор отделения к.т.н., доцент Н.В. Шестаков  
Составитель к.т.н., доцент В.М. Каморный

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании отделения:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г. № \_\_\_\_\_

Директор отделения \_\_\_\_\_  
(подпись) (и.о. фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании отделения:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г. № \_\_\_\_\_

Директор отделения \_\_\_\_\_  
(подпись) (и.о. фамилия)

## **Аннотация дисциплины** **«Основы космической геодезии»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы / 108 академических часов. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 18 часов (в том числе интерактивных 8 часов), практических занятий в объеме 18 часов (в том числе интерактивных 8 часов), а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 72 часа. Изучается на 1 курсе и завершается зачетом

**Цель** дисциплины: формирование профессиональных компетенций, определяющих готовность и способность студентов к использованию знаний в области космической геодезии для решения основных задач землеустройства, государственного кадастра объектов недвижимости, государственного мониторинга земель.

### **Задачи:**

- характеристика координатно-временных систем и их преобразований;
- обзор информации о структуре, порядке функционирования и возможности использования глобальных навигационных спутниковых систем для геодезического обеспечения земельно-кадастровых работ;
- формирование навыков выбора методов создания опорных межевых и геодезических сетей, планирования спутниковых измерений и их математической обработки.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач профессиональной деятельности	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Технологический	ПК-5. Способен выполнять комплекс операций по коррекции и фотограмметрической обработке данных для решения производственных задач в области землеустройства и кадастра	ПК -5.3. Осуществляет координатно-временные преобразования для создания геодезических построений современными методами космической геодезии
		ПК -5.4. Использует технологии создания опорных межевых и геодезических сетей методами космической геодезии

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК -5.3. Осуществляет координатно-временные преобразования для создания геодезических построений современными методами космической геодезии	<b>Знает</b> основные сведения о координатно-временных системах, применяемых в космической геодезии, землеустройстве и кадастре
	Умеет осуществлять координатно-временные преобразования, используемые в космической геодезии, землеустройстве и кадастре
	Владеет методами координатно-временных преобразований для создания геодезических построений современными методами космической геодезии, используемых в землеустройстве и кадастре
ПК -5.4. Использует технологии создания опорных межевых и геодезических сетей методами космической геодезии	<b>Знает</b> технологию создания опорных межевых и геодезических сетей методами космической геодезии
	Умеет применять на практике технологию создания опорных межевых и геодезических сетей, созданных методами космической геодезии
	Владеет технологией создания опорных межевых и геодезических сетей методами космической геодезии

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(18 час/8час)

### Тема 1. Системы координат и времени в космической геодезии (2 час).

Инерциальная система отсчета; геоцентрические системы координат; вращающиеся вместе с Землей; топоцентрические и орбитальные системы координат; системы измерения времени.

## **Тема 2. Невозмущенное движение ИСЗ (2 час).**

Вывод дифференциальных уравнений невозмущенного движения; интегрирование дифференциальных уравнений движения; исследование невозмущенного движения; законы Кеплера; элементы орбиты и их связь с постоянными интегрирования; динамический интеграл; третий закон Кеплера; основные формулы невозмущенного движения; определение предварительных элементов орбиты ИСЗ из наблюдений; понятие о методе уточнения орбит ИСЗ.

## **Тема 3. Возмущенное движение ИСЗ (4 час.)**

Постановка задачи; уравнения возмущенного движения ИСЗ в координатах; уравнения Лагранжа для оскулирующих элементов орбиты; уравнения Ньютона для оскулирующих элементов орбиты; приближенное аналитическое и численное интегрирование уравнений движения ИСЗ; возмущающая функция геопотенциалам; негеопотенциальные возмущающие функции, возмущения в движении ИСЗ.

## **Тема 4. Геометрические и динамические задачи космической геодезии и методы их решения (4 час.)**

Общие принципы использования ИСЗ для определения координат наземных пунктов; уравнение плоскости синхронизации и хорды; формулы для определения координат вершин некоторых элементарных фигур спутниковой триангуляции; виды условий, возникающие в спутниковой триангуляции; уравнения поправок в спутниковой триангуляции; уравнивание спутниковой триангуляции; понятие об уравнивании геодезических сетей, построенных орбитальным методом; общие динамические задачи космической геодезии (постановка задачи); вычисление свободных членов уравнений поправок в орбитальном и общем динамическом методах; вычисление коэффициентов уравнений поправок в орбитальном и общем динамическом методах; о решении уравнений поправок общего динамического и орбитального методов.

## **Тема 5. Современные методы космической геодезии (6 час.)**

Спутниковое нивелирование; светолокация Луны; принципы решения уравнений светолокации Луны; радио интерферометрия со сверхдлинной базой; методы космического позиционирования (общие сведения); аналитические решения при абсолютных определениях в методе космического позиционирования; аналитические решения при относительных определениях в методе космического позиционирования; перспективы развития космической геодезии.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (18 час/8 часов)**

#### **Занятие 1. Вычисление элементов оскулирующей орбиты (2 час.)**

1. Вычисление момента звездного времени, на который рассчитывается эфемерида.
2. Вычисление периода обращения спутника.
3. Вычисление возмущения в долготе восходящего узла орбиты, в аргументе перицентра и в начальном значении средней аномалии за один оборот спутника.

#### **Занятие 2. Вычисление элементов оскулирующей орбиты - продолжение (2 час.)**

1. Определение числа оборотов, совершенных спутником между эпохами.
2. Составление системы возмущенных элементов орбиты спутника.
3. Вычисление средней аномалии на эпоху наблюдения.

#### **Занятие 3. Вычисление элементов оскулирующей орбиты - продолжение (2 час.)**

1. Вычисление эксцентрической аномалии из решения уравнения Кеплера методом приближений.

2. Вычисление истинной аномалии.
3. Вычисление возмущенного значения радиус-вектора спутника.
4. Вычисление возмущенного аргумента широты спутника.

**Занятие 4. Вычисление элементов оскулирующей орбиты - продолжение (1 час.)**

1. Подготовка ответов на контрольные вопросы.

**Занятие 5. Вычисление прямоугольных координат спутника в небесной системе координат (1 часа).**

1. Вычисление прямоугольных координат в НСК.
2. Контроль вычислений.
3. Подготовка ответов на контрольные вопросы.

**Занятие 6. Вычисление прямоугольных координат в общеземной системе координат (1 час.)**

1. Преобразование координат спутника из НСК в ОЗСК.
2. Контроль вычислений.
3. Подготовка ответов на контрольные вопросы.

**Занятие 7. Обсуждение результатов исследований и вычислений (3 час.)**

1. Обсуждение докладов по теме «Системы координат и времени в космической геодезии».
2. Обсуждение докладов по теме «Невозмущенное движение ИСЗ».

**Занятие 8. Обсуждение результатов исследований и вычислений (3 час.)**

1. Обсуждение докладов по теме «Возмущенное движение ИСЗ».
2. Обсуждение докладов по теме «Геометрические и динамические задачи

## Занятие 9. Обсуждение результатов исследований и вычислений (3 час.)

1. Обсуждение докладов по теме «Современные методы космической геодезии».

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Основы космической геодезии» представлено в приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	Тема 3. Возмущенное движение ИСЗ. Тема 4 Геометрические и динамические задачи космической геодезии и методы их решения.	ПК-5.3	знает основы теории математической обработки геодезических измерений для решения задач землеустройства и кадастра с использованием методов космической геодезии  умеет производить оценку точности геодезических и опорно-межевых сетей, созданных для обеспечения земельно-кадастровых работ	Тест (ПР-1). Доклад по теме (УО-1). Защита практической работы (ПР-7).	УО-1 Вопросы № 13-34

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
			владеет методами интерпретации данных, получаемых в рамках космической геодезии для целей государственного мониторинга земель		
2	Тема 1. Системы координат и времени в космической геодезии. Тема 2. Невозмущенное движение ИСЗ. Тема 4. Геометрические и динамические задачи космической геодезии и методы их решения.	ПК-5.3 ПК-5.4	знает основные сведения о координатно-временных системах, применяемых в земельно-кадастровых работах умеет самостоятельно изучать и осуществлять координатно-временные преобразования для создания геодезических построений современными методами космической геодезии владеет навыками выбора методов создания опорных межевых и геодезических сетей	Устный опрос (УО-1). Тест (ПР-1)	УО-1 Вопросы № 1-12, 24-34
3	Тема 1. Системы координат и времени в космической геодезии. Тема 3. Возмущенное движение ИСЗ. Тема 5. Современные методы космической геодезии	ПК-5.4	знает структуру, порядок функционирования и возможности использования глобальных навигационных спутниковых систем для геодезического обеспечения земельно-кадастровых работ, методы обработки пространственных данных с помощью информационных технологий умеет планировать спутниковые измерения и их математическую обработку, осуществлять обработку пространственных данных с помощью информационных технологий владеет навыками обработки пространственных данных средствами информационных технологий	Тест (ПР-1). Доклад по теме УО-1). Защита практической работы (ПР-7).	УО-1 Вопросы № 1-4, 13-23, 35-40

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в разделе IX.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Высшая геодезия: понятия и определения / Шануров Г.А. М.: МИИГАиК, 2015, 64 с.

<https://www.miiгаик.ru/upload/iblock/413/413c00db57b97590302923c4d28a44d8.pdf>

2. Мазуров, Б. Т. Высшая геодезия : учебник для вузов / Б. Т. Мазуров. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-9386-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/193409> (дата обращения: 15.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Спутниковая геодезия. Учебное пособие для студентов обучающихся по направлениям: «Геодезия и дистанционное зондирование», «Прикладная геодезия», «Землеустройство и кадастр», «Картография и геоинформатика» / Шануров Г.А. М.: МИИГАиК, 2015, 80 с.

<https://www.miiгаик.ru/upload/iblock/baf/baf0dd9d65fab5424aa0eba798cd34b7.pdf>

### **Дополнительная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Золотова Е. В. Геодезия с основами кадастра. Учебник для вузов. Москва: Академический проект: Фонд "Мир", 2012. 413 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:662993&theme=FEFU>(5 экз.)

2. Основы космической геодезии : программа и лабораторно-практическая работа / Дальневосточный федеральный университет ; [сост. В. М. Каморный]. Владивосток : Изд-во Дальневосточного федерального университета, 2011.

<http://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000874399>

## **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Космическая геодезия для студентов и аспирантов - <http://spacegeodesy.ru/index.html>.
2. Сайт ГИС-ассоциации. Публикации - <http://www.gisa.ru/publicat.html>
3. Информационно-аналитический центр контроля ГЛОНАСС и GPS - <https://www.glonass-iac.ru/>
4. НП «ГЛОНАСС» - <http://glonassunion.ru/>
5. Official U.S. Government information about the Global Positioning System (GPS) and related topics - <http://www.gps.gov/>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине «Основы космической геодезии» используется программное обеспечение: Microsoft Excel.

При осуществлении образовательного процесса используются следующие информационно-справочные системы:

1. Доступ к электронному заказу книг в библиотеке ДВФУ <http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU>
2. Доступ к нормативным документам ДВФУ, расписанию <https://www.dvfu.ru/>

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение дисциплины «Основы космической геодезии» выполняется с учетом следующего.

Вся основная теоретическая база излагается на лекциях, но поскольку аудиторных часов лекций в соответствии с ОС ВО составляет меньшую часть аудиторной нагрузки, то для усвоения материала студентам предлагается самостоятельное более глубокое изучение теоретического материала.

Студент в течение семестра должен самостоятельно найти и проработать информацию, используя все лекции, предложенный преподавателем глоссарий, рекомендованную учебно-методическую литературу и информацию из интернетовских источников для формирования собственных ответов по самоконтролю. Преподаватель контролирует результат устным опросом.

Для самостоятельной работы по теоретической части курса студенту предлагается подготовить доклад по теме исследований, с которым он должен выступить на семинарских занятиях.

Практическая часть курса должна быть представлена практическими работами, на которых студент выполняет задания с использованием компьютера и проработкой теоретического материала. В процессе сдачи практической работы преподавателю студент защищает ее результаты, отвечая на теоретические вопросы, связанные с выполнением работы, излагает алгоритм вычислений и обоснование правильности результатов.

В течение семестра студенту предлагается самостоятельно подготовиться к тестированию. Используя конспект лекций, предложенный преподавателем глоссарий, рекомендованную учебно-методическую литературу и информацию из интернетовских источников студент должен проработать информацию для формирования собственных ответов

В конце семестра студент готовится к промежуточной аттестации - сдаче зачета, при этом для подготовки используется список контрольных вопросов к зачету.

Зачет выставляется в общей совокупности с учетом зачтенных практических работ, выполненной самостоятельной работы – зачтенных докладов и результатов тестирования.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Основы космической геодезии» существует следующее материально-техническое обеспечение:

–аудитория с мультимедийным оборудованием (панель LGFLATRON, проектор MITSUBISHIVLT-TX320LP);

–компьютерный класс с мультимедийным оборудованием и установленным программным обеспечением Microsoft Excel, Mathcad (панель LGFLATRON, проектор MITSUBISHIVLT-TX320LP) и рабочие места HPdc7700 в составе: монитор LCD, клавиатура, компьютер HPdc7800 CMTT6750, ИБП APC 7495 RRV- 20 шт.

– лаборатория геодезии и картографии с оборудованием: Электронный тахеометр Topcon GTS-235N, нивелир CST/Berger SAL 20ND, оптический теодолит 2Т5КП, электронный дальномер Leica Disto.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

## **VIII. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине  
«Основы космической геодезии»

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1.	21.10 – 20.12	Подготовка к защите практической работы	20 час.	Защиты практической работы
2.	28.10 – 30.12	Выполнение самостоятельного задания (доклада по теме исследований)	25 час.	Доклад на семинарском занятии
3.	31.10 – 20.12	Работа над вопросами самоконтроля	12 час.	Устный опрос
4.	10.01 – 18.01	Подготовка к тестированию и зачету	15 час.	Тестирование Устный опрос на зачете

1. Студентам предлагается самостоятельно подготовиться к защите выполненных практических работ. Для этого студент должен проработать теоретическую основу работы и методику ее выполнения.

Самостоятельная работа по практической работе считается выполненной и зачтенной в случае правильного изложения алгоритма выполнения работы и аргументированного обоснования результата при защите практической работы.

2. При реализации программы дисциплины «Основы космической геодезии» используются как традиционные технологии в виде аудиторных занятий, состоящих из лекционных и практических занятий, так и компьютерные – при проведении расчетных работ и тестировании остаточных знаний студентов. Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультация и помощь при выполнении расчетно-графических работ), и индивидуальную работу студентов в компьютерном классе и библиотеке университета.

Наряду с практическими занятиями дополнительными формами самостоятельной работы являются домашние индивидуальные задания.

Домашние задания являются, как правило, продолжением практических занятий и содействуют овладению практическими навыками по основным разделам дисциплины.

В качестве самостоятельной работы предусмотрена подготовка докладов по темам:

- системы координат и времени в космической геодезии,
- невозмущенное движение ИСЗ,
- возмущенное движение ИСЗ,
- геометрические и динамические задачи космической геодезии,
- современные методы космической геодезии.

Предусмотрена следующая тематика докладов:

1. Системы звездного и всемирного времени.
2. Определение элементов предварительной орбиты из наблюдений.

3. Уравнения Лагранжа и Ньютона для окулирующих элементов орбиты и их особенности.

4. Приближенное аналитическое интегрирование уравнений движения ИСЗ.

5. Основные методы численного интегрирования уравнений возмущенного движения ИСЗ.

6. Возмущающая функция геопотенциала.

7. Негеопотенциальные возмущающие функции.

8. Составляющие возмущающего ускорения, вызванного атмосферным торможением.

9. Виды условий, возникающие в спутниковой триангуляции.

10. Уравнивание спутниковой триангуляции.

11. Уравнивание геодезических сетей, построенных орбитальным методом.

12. Точность определения пунктов в элементарных фигурах и сетях спутниковой триангуляции.

13. Общие динамические задачи космической геодезии. Алгоритм решения.

14. Светолокация Луны. Принципы решения уравнений светолокации Луны.

Предусматривается тематика докладов по выбору студента при согласовании с преподавателем.

Доклад подготавливается в рукописном варианте в отдельной тетради объемом 30-40 страниц с приведением необходимых рисунков, чертежей (выполненных не от руки) и формул. При написании формул, заимствованных из литературных источников, обязательна ссылка на список использованной литературы, перечень которой приводится в конце доклада. Не допускаются исправления «текст по тексту», оформление текстовой части, чертежей и рисунков в работе карандашом.

Каждый студент готовит не менее одного доклада, который обсуждается на занятиях группы. Для доклада используется презентации, подготовленные в Microsoft Power Point или в других программных оболочках. Допускается ис-

пользование плакатов или другой наглядной продукции для доклада содержания выполненной работы.

Студентам предлагается самостоятельно ответить на вопросы для самоконтроля. При этом студент должен самостоятельно найти информацию для ответа, используя лекции, рекомендованную учебно-методическую литературу и информацию из интернет-источников.

#### **Типовые вопросы для самоконтроля:**

1. Как устанавливаются геоцентрическая, топоцентрическая и Гринвичская системы координат?
2. Как определяются прямое восхождение и склонение в геоцентрической и системе координат?
3. Как определяются прямое восхождение и склонение в топоцентрической системе координат?
4. Что такое прецессия и нутация?
5. Как влияет прецессия и нутация на координаты ИСЗ?
6. Что учитывается при переходе от инерциальной системы координат фундаментального каталога к Гринвичской системе координат?
7. Что учитывается при переходе от Гринвичской системы координат к эллипсоидальным координатам заданного референц-эллипсоида?
8. В чем отличие всемирного времени UT0 от UT1?
9. Как определяется время UTC?
10. Как формулируется первый закон Кеплера?
11. Как формулируется второй закон Кеплера?
12. Как формулируется третий закон Кеплера?
13. Что характеризует интеграл площадей?
14. Что характеризует интеграл Лапласа?
15. Что характеризует интеграл энергии?
16. Как будут расположены векторы, характеризующие интегралы площадей и Лапласа, относительно плоскости орбиты ИСЗ?
17. Какое движение ИСЗ называется кеплеровым?

18. Какие кеплеровые элементы орбиты используются для описания движения ИСЗ?

19. Какой алгоритм вычисления координат спутника и компонентов его скорости по заданным элементам орбиты ИСЗ на заданный момент времени?

20. Какую орбиту ИСЗ называют оскулирующей орбитой?

21. Что такое точка оскуляции?

22. Как определяется эпоха оскуляции?

23. Какие возмущения в движении ИСЗ называются вековыми?

24. Какие возмущения в движении ИСЗ называются периодическими?

25. Как подразделяются периодические возмущения?

26. Как формулируется обобщенная теорема Лапласа о возмущениях в положении ИСЗ при движении в потенциальных полях?

27. Какие возмущения вызывают основную эволюцию орбиты ИСЗ?

28. Как ведут себя возмущения при изменении элементов орбиты?

29. Какие условия возникают в сетях космической триангуляции?

30. Какие условия присущи только пространственным сетям триангуляции?

31. Каким способом может быть выполнено уравнивание сетей спутниковой триангуляции?

32. Какие величины связывает основное уравнение космической геодезии?

33. Что является основным условием синхронизации наблюдений в сетях спутниковой триангуляции?

34. Как могут быть выполнены наблюдения в орбитальном методе?

35. Что позволяет определить динамический метод космической геодезии?

36. Как задается плоскость синхронизации?

37. Какие задачи решаются в геометрическом методе космической геодезии?

38. Что такое спутниковая и космическая триангуляция?

39. В какой системе координат определяются координаты пунктов, полученные геометрическим методом космической геодезии?

40. В какой системе координат определяются координаты пунктов, полученные динамическим методом космической геодезии?

41. Как задается масштаб сети космической триангуляции?
42. Как задается ориентировка сети космической триангуляции?
43. В какой системе координат могут быть вычислены координаты пунктов, полученные методом коротких дуг?
44. Какие задачи могут быть решены с помощью метода радио интерферометрии со сверхдлинной базой?
45. Какие величины связывает основное уравнение спутникового нивелирования?
46. Что позволяет определить метод альтиметрии?
47. При каких измерениях используется координатная система WGS-84?
48. К какой группе координатных определений относится дифференциальный способ космического позиционирования?
49. Что такое инициализация приемника аппаратуры космического позиционирования?
50. К какому поколению спутниковых систем относится система ГЛОНАСС?
51. Как называется расстояние, измеренное с помощью аппаратуры пользователя, до ИСЗ?
52. Какие способы позиционирования считаются абсолютными?
53. На каких станциях вычисляются дифференциальные поправки?
54. Какие могут быть способы инициализации приемника?
55. Что такое геометрический фактор?
56. Что характеризует геометрический фактор PDOP?
57. Как называются разности измерений между эпохами наблюдений?
58. Какие задачи решаются с помощью светолокации Луны?
59. Что измеряется в методе РСДБ?

Самостоятельная работа над вопросами самоконтроля может быть проверена с помощью устного опроса. Ответы студентов оцениваются по 10 бальной системе и считаются зачтенными при получении на устном опросе оценки вы-

ше баллов, в этом случае самостоятельная работа над вопросами самоконтроля считается выполненной.

Студент должен самостоятельно проработать информацию, используя все лекции, глоссарий, рекомендованную учебно-методическую литературу и информацию из интернетовских источников для ответов по контрольным вопросам при тестировании. Тестирование считается выполненным в случае 100%-61% правильных ответов (100-61 балл).

Таким образом, в общей совокупности при выполнении всей самостоятельной работы студент готовится к контрольным работам, тестированию и, в конечном счете, – к зачету.

## IX. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Паспорт ФОС

Тип задач профессиональной деятельности	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Технологический	ПК-5. Способен выполнять комплекс операций по коррекции и фотограмметрической обработке данных для решения производственных задач в области землеустройства и кадастра	ПК -5.3. Осуществляет координатно-временные преобразования для создания геодезических построений современными методами космической геодезии
		ПК -5.4. Использует технологии создания опорных межевых и геодезических сетей методами космической геодезии

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК -5.3. Осуществляет координатно-временные преобразования для создания геодезических построений современными методами космической геодезии	<b>Знает</b> основные сведения о координатно-временных системах, применяемых в космической геодезии, землеустройстве и кадастре
	<b>Умеет</b> осуществлять координатно-временные преобразования, используемые в космической геодезии, землеустройстве и кадастре
	<b>Владеет</b> методами координатно-временных преобразований для создания геодезических построений современными методами космической геодезии, используемых в землеустройстве и кадастре
ПК -5.4. Использует технологии создания опорных межевых и гео-	<b>Знает</b> технологию создания опорных межевых и геодезических сетей методами космической геодезии

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
дезических сетей методами космической геодезии	<b>Умеет</b> применять на практике технологию создания опорных межевых и геодезических сетей, созданных методами космической геодезии
	<b>Владеет</b> технологией создания опорных межевых и геодезических сетей методами космической геодезии

### Контроль достижения целей курса

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	Тема 3. Возмущенное движение ИСЗ. Тема 4 Геометрические и динамические задачи космической геодезии и методы их решения.	ПК-5.3	знает основы теории математической обработки геодезических измерений для решения задач землеустройства и кадастра с использованием методов космической геодезии	Тест (ПР-1). Доклад по теме (УО-1). Защита практической работы (ПР-7).	УО-1 Вопросы № 13-34
умеет производить оценку точности геодезических и опорно-межевых сетей, созданных для обеспечения земельно-кадастровых работ					
владеет методами интерпретации данных, получаемых в рамках космической геодезии для целей государственного мониторинга земель					
2	Тема 1. Системы координат и времени в космической геодезии. Тема 2. Невозмущенное движение ИСЗ. Тема 4. Геометрические и динамические задачи космической геодезии и методы их решения.	ПК-5.3, ПК-5.4	знает основные сведения о координатно-временных системах, применяемых в земельно-кадастровых работах	Устный опрос (УО-1). Тест (ПР-1)	УО-1 Вопросы № 1-12, 24-34
умеет самостоятельно изучать и осуществлять координатно-временные преобразования для создания геодезических построений современными методами космической геодезии					
владеет навыками выбора методов создания опорных межевых и геодезических сетей					
3	Тема 1. Системы координат и времени в космической геодезии. Тема 3. Возмущенное движение ИСЗ. Тема 5. Современные методы косми-	ПК-5.4	знает структуру, порядок функционирования и возможности использования глобальных навигационных спутниковых систем для геодезического обеспечения земельно-кадастровых работ, методы обработки пространственных данных с помощью информационных технологий	Тест (ПР-1). Доклад по теме УО-1). Защита практической рабо-	УО-1 Вопросы № 1-4, 13-23, 35-40

№ п/ п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
	ческой геодезии	<p>умеет планировать спутниковые измерения и их математическую обработку, осуществлять обработку пространственных данных с помощью информационных технологий</p> <p>владеет навыками обработки пространственных данных средствами информационных технологий</p>	ты (ПР-7).	

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	Критерии	Показатели
ПК -5.3. Осуществляет координатно-временные преобразования для создания геодезических построений современными методами космической геодезии	знает (пороговый)	<b>Знает</b> основные сведения о координатно-временных системах, применяемых в космической геодезии, землеустройстве и кадастре	способность показать знания об инерциальной системе отсчета, невозмущенном и возмущенном движении ИСЗ
	умеет (продвинутой)	<b>Умеет</b> осуществлять координатно-временные преобразования, используемые в космической геодезии, землеустройстве и кадастре	способность решать геометрические и динамические задачи космической геодезии
	владеет (высокий)	<b>Владеет</b> методами координатно-временных преобразований для создания геодезических построений современными методами космической геодезии, используемых в землеустройстве и кадастре	способность применения аналитических решений при относительных определениях в методе космического позиционирования
ПК -5.4. Использует технологии создания опорных межевых и геодезических сетей методами космической геодезии	знает (пороговый)	<b>Знает</b> технологию создания опорных межевых и геодезических сетей методами космической геодезии	способность показать знания технологии создания опорных межевых и геодезических сетей методами космической геодезии
	умеет (продвинутой)	<b>Умеет</b> применять на практике технологию создания опорных ме-	Способность применять на практике технологию создания опорных

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	Критерии	Показатели
		жевых и геодезических сетей, созданных методами космической геодезии	межевых и геодезических сетей, созданных методами космической геодезии
	владеет (высокий)	<b>Владеет</b> технологией создания опорных межевых и геодезических сетей методами космической геодезии	способность владеть технологией создания опорных межевых и геодезических сетей методами космической геодезии

### Текущая аттестация студентов

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Основы космической геодезии» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Основы космической геодезии» проводится в форме контрольных мероприятий (защиты практических работ, подготовки и защиты доклада на семинарских занятиях, самостоятельной работы, тестирования, устного опроса на зачете) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем

Объектами оценивания выступают.

1. Степень усвоения теоретических знаний. Теоретические знания дисциплины оцениваются посредством контрольного устного опроса и доклада, при этом используются соответствующие критерии оценивания в 10-бальной системе (10-6 баллов – «зачтено», менее 6 баллов – «не зачтено»).

При устном опросе критерии оценок по 10-бальной системе следующие:

– 10-8,5 баллов проявлены глубокие знания компетенции дисциплины (ПК-5.3, ПК-5.4) – ответ отличается глубиной и полнотой раскрытия темы вопросов по основам космической геодезии, логичностью, последовательностью и аргументированностью ответа, умением объяснять сущность вопроса, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы,;

– 8,5-7,5 баллов проявлены прочные знания основных вопросов компетенции дисциплины (ПК-5.3, ПК-5.4): умение объяснять сущность вопросов делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, но допускаются неточности;

– 7,5-6,0 балл – в ответе проявлены основные знания вопросов компетенции дисциплины (ПК-5.3, ПК-5.4), но ответ отличается недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, недостаточным умением давать аргументированные ответы, отсутствие логичности и последовательности, допускаются серьезные ошибки в содержании ответа;

– менее 6,0 баллов - проявлены незнание основных вопросов знания компетенции дисциплины (ПК-5.3, ПК-5.4): неглубокое раскрытие темы, неумение давать аргументированные ответы, отсутствие логичности и последовательности, допускаются серьезные ошибки в содержании ответа.

2. Уровень овладения практическими умениями и навыками. Умения и навыки дисциплины оцениваются по уровню выполнения практических работ, при этом используются соответствующие критерии оценивания в 10-бальной системе, причем 10-6 баллов – выполнение практических работ «зачтено», менее 6 баллов – выполнение - «не зачтено».

Выполнение практических работ оценивается по 10- бальной системе:

– 10-8,6 баллов – отлично владеет необходимыми умениями и навыками компетенции дисциплины (ПК-10) – владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется при видоизменении заданий,;

– 8,5-7,6 баллов – хорошо владеет необходимыми умениями и навыками компетенции дисциплины (ПК-10) - правильно применяет теоретические положения при решении практических задач, владеет необходимыми навыками решения;

– 7,5-6,0 баллов - умения и навыки компетенции дисциплины (ПК-10) выработаны недостаточно в полной мере, поэтому испытывает затруднения при выполнении практических работ; меньше 6 баллов - недостаточно выработал

необходимые умения и навыки компетенции (ПК-10), неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

3. Результат самостоятельной работы – доклад по теме исследований (ПК-10) считается зачтенным в случае, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, определив ее содержание и составляющие. Приведены основные источники по рассматриваемой теме. Студент проводит самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы.

Самостоятельная работа по подготовке доклада считается выполненной и зачтенной в случае, когда при сдаче доклада студент получает балл выше 6 (реферат оценивается в 10 бальной системе, критерии показаны выше).

Самостоятельная работа по вопросам самопроверки считается выполненной и зачтенной в случае, когда при сдаче работы преподавателю в форме устного опроса студент получает балл выше 6 (ответ оценивается в 10 бальной системе, критерии показаны выше).

### **Тестирование**

Для тестирования используются тесты с вопросами и предлагаемыми вариантами ответов, из которых надо выбрать один правильный ответ.

Тестовые задания предназначены для проверки промежуточных знаний студентов, согласно учебному плану, составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Основы космической геодезии». Количество тестовых заданий: 90, один правильный ответ соответствует одному баллу.

Тестовые задания для проверки промежуточных знаний по курсу "Основы космической геодезии" включают 3 блока тестов по следующим разделам программы:

1. Системы координат и времени в космической геодезии, невозмущенное движение ИСЗ

2. Возмущенное движение ИСЗ, геометрические и динамические задачи космической геодезии: методы решения.

### 3. Современные методы космической геодезии

В первом блоке рассматриваются научно-практические основы координатно-временного обеспечения геодезических и связанных с измерениями других работ, особенности систем координат и времени в космической геодезии. Важную часть блока составляют основы геоцентрической, топоцентрических и орбитальных систем координат. В блок включено описание систем звездного, всемирного, эфемеридного и атомного времени. Исследуется невозмущенное движение ИСЗ, приводятся методы описания и решения задач движения. Это, прежде всего, законы Кеплера, а также способы определения предварительных элементов орбиты ИСЗ из наблюдений и уточнения орбиты ИСЗ.

Во втором блоке рассматриваются аналитические основы теории возмущенного движения ИСЗ, кратко анализируются проблемы учета возмущений, вызываемых в первую очередь геопотенциалом, а также других потенциальных сил и атмосферным торможением. Исследуются особенности уравнений Лагранжа и Ньютона для оскулирующих элементов орбиты, даются технологии аналитического и численного интегрирования уравнений возмущенного движения ИСЗ. Рассматриваются общие принципы использования ИСЗ для определения координат наземных пунктов и построения спутниковой триангуляции, методы решения динамических задач космической геодезии.

В третьем блоке рассматриваются методы спутникового нивелирования, светолокации Луны, радио интерферометрии со сверхдлинной базой, особое внимание уделено методу космического позиционирования для решения фундаментальных и прикладных задач геодезии, геофизики, планетарной и региональной геодинамики.

#### *Типовые тесты*

##### **Блок 1**

**Системы координат и времени в космической геодезии. Невозмущенное движение ИСЗ**

1. ПРИ ПЕРЕХОДЕ ОТ ИСТИННЫХ ГЕОЦЕНТРИЧЕСКИХ КООРДИНАТ К ГРИНВИЧСКИМ УЧИТЫВАЮТ

- 1) прецессию
- 2) нутацию
- 3) координаты мгновенного полюса Земли
- 4) геодезические координаты ИСЗ

2. АСТРОНОМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ В ДАННОЙ ТОЧКЕ ОПРЕДЕЛЯЕТ

- 1) положение отвесной линии
- 2) положение нормали к референц-эллипсоиду
- 3) геоцентрические координаты
- 4) топоцентрические координаты

3. СИСТЕМА ОТСЧЕТА, ПО ОТНОШЕНИЮ К КОТОРОЙ СВОБОДНАЯ МАТЕРИАЛЬНАЯ ТОЧКА ДВИЖЕТСЯ РАВНОМЕРНО И ПРЯМОЛИНЕЙНО, НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) геоцентрической
- 2) гелиоцентрической
- 3) квазиинерциальной
4. Галилеевой

4. ДВУГРАННЫЙ УГОЛ МЕЖДУ НЕБЕСНЫМ МЕРИДИАНОМ, ПРОХОДЯЩИМ ЧЕРЕЗ ТОЧКУ ВЕСЕННЕГО РАВНОДЕНСТВИЯ, И НЕБЕСНЫМ МЕРИДИАНОМ СВЕТИЛА НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) прямым восхождением
- 2) склонением
- 3) долготой восходящего узла
- 4) часовым углом

5. УГОЛ МЕЖДУ НАПРАВЛЕНИЕМ НА СВЕТИЛО ИЗ ЦЕНТРА МАСС ЗЕМЛИ И ПРОЕКЦИЕЙ ЭТОГО НАПРАВЛЕНИЯ НА ПЛОСКОСТЬ ЭКВАТОРА НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) прямым восхождением
- 2) склонением
- 3) аргументом перицентра

4) азимутом

6. В ГЕОЦЕНТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ НАЧАЛО СОВПАДАЕТ С

- 1) точкой на поверхности Земли
- 2) центром Земного эллипсоида
- 3) центром принятого референц-эллипсоида
- 4) центром масс Земли

7. В ГЕОЦЕНТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ ОСЬ АБЦИСС

- 1) совпадает с мгновенной осью вращения Земли
- 2) направлена в среднюю точку весеннего равноденствия
- 3) направлена на светило
- 4) ориентируется произвольным образом

8. В ГРИНВИЧСКОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ ОСЬ АППЛИКАТ НАПРАВЛЕНА

- 1) к среднему северному полюсу Земли 1900 — 1905 гг.
- 2) к мгновенному северному полюсу Земли
- 3) к среднему южному полюсу Земли 1900 — 1905 гг.
- 4) лежит в плоскости среднего экватора Земли 1900 — 1905 гг.

9. ДВИЖЕНИЕ ИСТИННОГО ПОЛЮСА ИЗУЧАЕТСЯ В СИСТЕМЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ, НАЧАЛО КОТОРОЙ СОВПАДАЕТ

- 1) с центром масс Земли
- 2) со средним положением полюса Земли 1900—1905 гг.
- 3) Гринвичской системой координат
- 4) мгновенным положением полюса Земли

10. В ТОПОЦЕНТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ КООРДИНАТ НАЧАЛО СОВПАДАЕТ С

- 1) центром Земного эллипсоида
- 2) центром масс Земли
- 3) точкой физической поверхности Земли
- 4) точкой на поверхности Земного эллипсоида

## Блок 2

### Возмущенное движение ИСЗ. Геометрические и динамические задачи космической геодезии

#### 1. НАИБОЛЬШЕЕ ВОЗМУЩЕНИЕ НА ДВИЖЕНИЕ ИСЗ ОКАЗЫВАЕТ

- 1) пертурбационная функция
- 2) вторая зональная гармоника
- 3) долготные гармоники
- 4) притяжение Луны

#### 2. КЕПЛЕРОВА ОРБИТА С ПЕРЕМЕННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ, ИМЕЮЩАЯ В КАЖДЫЙ МОМЕНТ ВРЕМЕНИ ОДНУ ОБЩУЮ ТОЧКУ С ВОЗМУЩЕННОЙ ОРБИТОЙ, НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) возмущенной
- 2) переменной
- 3) окулирующей
- 4) Кеплеровой

#### 3. ОСНОВНОЙ ЗАДАЧЕЙ ТЕОРИИ ВОЗМУЩЕННОГО ДВИЖЕНИЯ ИСЗ ЯВЛЯЕТСЯ

- 1) возможно более точное определение величин возмущений в координаты и скорости спутника
- 2) определение невозмущенных (начальных) значений элементов орбиты в заданный момент времени
- 3) определение невозмущенных (начальных) значений координат и составляющих скорости спутника в заданный момент времени
- 4) определение постоянных интегрирования

#### 4. ГЕОЦЕНТРИЧЕСКАЯ ГРАВИТАЦИОННАЯ ПОСТОЯННАЯ ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ

- 1) произведение массы Земли и спутника на постоянную тяготения
- 2) произведение массы Земли на постоянную тяготения
- 3) отношение массы Земли к постоянной тяготения

4) отношение массы спутника к постоянной тяготения

5. ПЕРТУРБАЦИОННОЙ ФУНКЦИЕЙ НАЗЫВАЕТСЯ ВОЗМУЩАЮЩАЯ ФУНКЦИЯ

1) непотенциальных сил

2) неконсервативных сил

3) потенциальных сил

4) диссипативных сил

6. УРАВНЕНИЯ ЛАГРАНЖА ДЛЯ ОСКУЛИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ОРБИТЫ ПРИГОДНЫ ДЛЯ ОПИСАНИЯ

1) возмущенного движения в непотенциальных полях

2) возмущенного движения, происходящего под действием возмущающих сил любой природы

3) невозмущенного движения в потенциальных полях

4) возмущенного движения в потенциальных полях

7. УРАВНЕНИЯ НЬЮТОНА ДЛЯ ОСКУЛИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ОРБИТЫ ПРИГОДНЫ ДЛЯ ОПИСАНИЯ

1) возмущенного движения в непотенциальных полях

2) возмущенного движения, происходящего под действием возмущающих сил любой природы

3) невозмущенного движения в потенциальных полях

4) возмущенного движения в потенциальных полях

8. АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИНТЕГРИРОВАНИЯ УРАВНЕНИЙ ВОЗМУЩЕННОГО ДВИЖЕНИЯ ИСЗ ПОЗВОЛЯЮТ ПОЛУЧИТЬ

1) приближенные аналитические формулы, описывающие возмущенное движение

2) числовые значения возмущений в движении спутника на заданные моменты времени

3) выражение пертурбационной функции

4) точные аналитические формулы, описывающие возмущенное движение

9. ОСНОВНЫМ ФАКТОРОМ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИМ ДВИЖЕНИЕ ИСЗ, ЯВЛЯЕТСЯ

- 1) геопотенциал
- 2) атмосферное торможение
- 3) притяжение Луны и Солнца
- 4) прецессионно-нутационный поворот Земли

10. КОЭФФИЦИЕНТ ПРИ ВТОРОЙ ЗОНАЛЬНОЙ ГАРМОНИКЕ В РАЗЛОЖЕНИИ ГЕОПОТЕНЦИАЛА ХАРАКТЕРИЗУЕТ

- 1) отличие потенциала реальной Земли от потенциала материальной точки
- 2) отличие потенциала сфероида от потенциала материальной точки
- 3) отличие потенциала реальной Земли от потенциала сфероида.
- 4) полярное сжатие Земли

### **Блок 3**

#### **Современные методы космической геодезии**

1. МЕТОД РСДБ ПОЗВОЛЯЕТ ПО ВАРИАЦИЯМ БАЗЫ МЕЖДУ СТАНЦИЯМИ НАБЛЮДЕНИЯ ПРОВОДИТЬ

- 1) слежение за движениями крупных блоков земной коры
- 2) слежение за изменением геоида во времени
- 3) расчет вектора между началами инерциальной системы отсчета и принятого квазигеоида
- 4) наблюдение за изменением орбиты Земли

2. ОСНОВНОЕ УРАВНЕНИЕ СПУТНИКОВОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ УСТАНАВЛИВАЕТ СВЯЗЬ ГЕОЦЕНТРИЧЕСКОГО ВЕКТОРА ДО ИСЗ С

- 1) геоцентрическим вектором подспутниковой точки и вектором высоты ИСЗ над геоидом
- 2) топоцентрическим вектором подспутниковой точки и вектором высоты ИСЗ над геоидом
- 3) геодезической широтой подспутниковой точки и вектором высоты ИСЗ

над геоидом

- 4) геоцентрическим вектором подспутниковой точки и высотой геоида

над эллипсоидом

### 3. МЕТОДЫ АЛЬТИМЕТРИИ ПОЗВОЛЯЮТ ОПРЕДЕЛИТЬ

- 1) высоту ИСЗ над геоидом
- 2) геоцентрические координаты ИСЗ
- 3) изменения геоида во времени
- 4) параметры референц эллипсоида

### 4. КООРДИНАТНАЯ СИСТЕМА WGS-84 ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ПРИ

- 1) GPS-измерениях
- 2) измерениях в системе ГЛОНАСС
- 3) обработке геодезических сетей в России
- 4) учете многолучевости

### 5. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ СПОСОБ КОСМИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ОТНОСИТСЯ К ГРУППЕ

- 1) относительных
- 2) абсолютных
- 3) статических
- 4) кинематических

### 6. ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ ПРИЕМНИКА ПРОВОДИТСЯ ПРИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИИ

- 1) способом кинематики
- 2) способом статики
- 3) в дифференциальном режиме
- 4) в автономном режиме

### 7. ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕКТОРА МЕЖДУ НАЗЕМНЫМИ СТАНЦИЯМИ ПРИ ОТНОСИТЕЛЬНОМ СПОСОБЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПО ТРЕТЬИМ РАЗНОСТЯМ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ РАЗНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПСЕВДОДАЛЬНОСТЕЙ МЕЖДУ

- 1) станциями

- 2) эпохами наблюдений
- 3) спутниками
- 4) станциями и спутниками

#### 8. КОСМИЧЕСКОЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ ЭТО МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- 1) координат в трехмерном земном пространстве
- 2) элементов орбит ИСЗ
- 3) гравитационного поля Земли
- 4) топоцентрических координат ИСЗ

#### 9. КО ВТОРОМУ ПОКОЛЕНИЮ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ОТНОСЯТСЯ СИСТЕМЫ

- 1) ЦИКАДА
- 2) TRANSIT
- 3) NNSS
- 4) ГЛОНАСС

#### 10. РАССТОЯНИЯ ДО ИСЗ СИСТЕМЫ ГЛОНАСС, ИЗМЕРЕННЫЕ С ПОМОЩЬЮ АППАРАТУРЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ, НАЗЫВАЮТСЯ

- 1) геометрическими дальностями
- 2) псевдодальностями
- 3) абсолютными дальностями
- 4) относительными дальностями

### **Промежуточная аттестация студентов**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Основы космической геодезии» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Основы космической геодезии» предусмотрена в виде зачета, который проводится в виде устного опроса в форме собеседования. При этом оценка на зачете является комплексной, учитываются все оценки контрольных мероприятий текущей аттестации с весом, определяемым ведущим преподавателем. Оценка «зачтено» вы-

ставляется студенту, только если ему предварительно были зачтены практические работы, результаты устного опроса, доклад, выполнение самостоятельной работы (критерии оценки каждого контрольного мероприятия указаны выше).

### **Типовые вопросы 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.
21. Возмущающее ускорение, вызванное атмосферным торможением.
22. Классификация типов возмущений, вызываемых потенциальными факторами.
23. Эволюция орбиты ИСЗ под действием атмосферного торможения.

24. Общие принципы использования ИСЗ для определения координат наземных пунктов.
25. Уравнение плоскости синхронизации и хорды.
26. Виды условий, возникающих в спутниковой триангуляции.
27. Уравнения поправок в спутниковой триангуляции.
28. Уравнивание спутниковой триангуляции параметрическим способом.
29. Об уравнивании геодезических сетей, построенных орбитальным методом.
30. Задачи и методы априорной оценки точности.
31. Общие динамические задачи космической геодезии. Постановка задач.
32. Вычисление свободных членов уравнений поправок в орбитальном и общем динамическом методах.
33. Вычисление коэффициентов уравнений поправок в орбитальном и общем динамическом методах.
34. О решении уравнений поправок общего динамического и орбитального методов.
35. Спутниковое нивелирование. Сущность спутникового нивелирования.
36. Уравнения спутникового нивелирования.
37. Светолокация Луны. Уравнения системы Земля – Луна.
38. Принципы решения уравнений светолокации Луны.
39. Длиннобазисная радиоинтерферометрия.
40. Задачи космической геодезии.

**Критерии выставления оценки студенту на зачете  
по дисциплине «Основы космической геодезии»:**

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета	Требования к сформированным компетенциям
-------------------------------	------------------	--

Баллы (рейтинго- вой оцен- ки)	Оценка зачета	Требования к сформированным компетенциям
100 - 61	«зачте- но»	<p>Оценка «зачтено» при сдаче зачета выставляется студенту, если он усвоил программный материал по курсу «Основы космической геодезии» и имеет знания компетенции дисциплины (ПК-5.3, ПК-5.4); знает основы теории математической обработки геодезических измерений для решения задач землеустройства и кадастра с использованием методов космической геодезии, основные сведения о координатно-временных системах, основы создания систем координат и измерения времени, теорию внешнего геопотенциала, структуру, порядок функционирования и возможности использования глобальных навигационных спутниковых систем для геодезического обеспечения земельно-кадастровых работ; приобрел умения профессиональной компетенции дисциплины (ПК-5.3, ПК-5.4); умеет производить оценку точности геодезических и опорно-межевых сетей, созданных для обеспечения земельно-кадастровых работ, самостоятельно изучать и осуществлять координатно-временные преобразования для создания геодезических построений современными методами космической геодезии, планировать спутниковые измерения и их математическую обработку, выполнять оценки точности геодезических и опорно-межевых сетей; справляется с заданиями практических работ; владеет необходимыми навыками всех компетенций дисциплины и приемами выполнения практических задач. Владеет методами интерпретации данных, получаемых в рамках космической геодезии для целей государственного мониторинга земель, навыками выбора методов создания опорных межевых и геодезических сетей, методами интерпретации данных, получаемых в рамках космической геодезии для целей государственного кадастра недвижимости и мониторинга земель. Оценка «зачтено» выставляется студенту в том случае, если ему предварительно зачтены практические работы, самостоятельная работа (доклад по теме исследований) и тесты.</p>
< 61	«не зачте- но»	<p>Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала дисциплины, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет большую часть практические работы, часть заданий не может выполнить. Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он освоил профессиональные компетенции (ПК-5.3, ПК-5.4).</p>