




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования


**«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)**

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
\_\_\_\_\_ В.М. Каморный  
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)  
« 22 » июля 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий (ая) кафедрой  
геодезии, землеустройства и кадастра  
(название кафедры)

  
\_\_\_\_\_ Н.В. Шестаков  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)  
« 22 » июля 2019 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА**

**Специальность 21.05.01 Прикладная геодезия**

**специализация «Инженерная геодезия»**

**Форма подготовки очная**

курс 3 семестр 6  
лекции 18 час.  
практические занятия 36 час.  
лабораторные работы \_\_\_\_\_ час.  
в том числе с использованием МАО лек. /пр. 18 /лаб. \_\_\_\_\_ час.  
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.  
в том числе с использованием МАО 18 час.  
самостоятельная работа 72 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.  
контрольные работы (количество) - 1  
курсовая работа / курсовой проект \_\_\_\_\_ семестр  
зачет \_\_\_\_\_ семестр  
экзамен \_\_\_\_\_ б \_\_\_\_\_ семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 07 июня 2016 года № 674

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры геодезии, землеустройства и кадастра, № 10 от « 22 » июля 2019 г.

Заведующий кафедрой Н.В. Шестаков  
Составитель: \_\_\_\_\_ Коломиец А.Г.



## **Аннотация дисциплины «Небесная механика»**

Дисциплина «Небесная механика» разработана для студентов специальности 21.05.01 Прикладная геодезия, специализация «Инженерная геодезия» и входит в базовую часть Блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана (Б1.Б.23).

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы или 144 часа. Учебным планом предусмотрены: лекционные занятия (36 часов), практические занятия (36 часов), самостоятельная работа студента (72 часа, в том числе на подготовку к экзамену 36 часов). Дисциплина реализуется на 3 курсе в 6 семестре. Форма контроля – экзамен.

Для изучения дисциплины «Небесная механика» необходимы компетенции (элементы компетенций), сформированные в результате освоения дисциплин «Высшая математика», «Теоретическая механика», «Геодезия», «Астрономия».

Данная учебная дисциплина формирует компетенции для изучения дисциплин «Геодезическая астрономия с основами астрометрии», «Высшая геодезия, картография и основы координатно-временных систем», «Космическая геодезия и геодинамика», «Спутниковые системы и технологии позиционирования» и других.

**Целью** освоения дисциплины «Небесная механика» является формирование у студентов представления о методах исследования закономерностей движения небесных тел и систем Солнечной системы и искусственных спутников Земли.

**Задачи** дисциплины:

- изучение систем координат, применяемых в небесной механике, и преобразований между ними;
- изучение законов движения небесных тел;
- рассмотрение задачи двух тел;
- рассмотрение теории невозмущенного и возмущенного движения ИСЗ;
- формы представления геопотенциала.

Для успешного изучения дисциплины «Небесная механика» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способность к топографо-геодезическому обеспечению изображения поверхности Земли в целом, отдельных территорий и участков земной поверхности наземными и аэрокосмическими методами, в том числе, владение методами полевых и камеральных работ по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных, гравиметрических сетей, а также координатных построений специального назначения (ПК-1);
- готовностью к выполнению специализированных инженерно-геодезических работ при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных объектов, к проведению специальных геодезических измерений при эксплуатации поверхности и недр Земли (включая объекты континентального шельфа, транспортной инфраструктуры, нефте- и газодобычи), а также при изучении других планет и их спутников (ПК-2);
- способность к сбору, обобщению и анализу топографо-геодезической, картографической, астрономо-геодезической и гравиметрической информации, разработке на ее основе методов, средств и проектов выполнения конкретных народно хозяйственных задач (ПК-9).

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОК-1 - способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	Знает	положения теории анализа, синтеза, абстрактного мышления
	Умеет	применять положения теории анализа, синтеза, абстрактного мышления

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
	Владеет	методами анализа, синтеза, абстрактного мышления
<b>ОК-3</b> - готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	Знает	алгоритм научного поиска, характеристику основных элементов научной работы при изучении предмета «Небесная механика»
	Умеет	осуществлять этапы поиска авторского решения при изучении предмета «Небесная механика»
	Владеет	навыками творческого решения задач «Небесной механики»
<b>ПК-9</b> способность к сбору, обобщению и анализу топографо-геодезической, картографической, астрономо-геодезической и гравиметрической информации, разработка на ее основе методов, средств и проектов выполнения конкретных народно-хозяйственных задач	Знает	методы сбора, получения, обобщения и анализа геодезической, астрономо-геодезической и гравиметрической информации о движении ИСЗ и других небесных тел
	Умеет	обобщать и анализировать геодезическую, астрономическую и гравиметрическую информацию о движении ИСЗ и других небесных тел
	Владеет	способностью к анализу геодезической, астрономической и гравиметрической информации о движении ИСЗ и других небесных тел, разработке на ее основе методов выполнения наблюдений ИСЗ и других небесных тел

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Небесная механика» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: практические занятия в форме семинара, экспресс-опрос.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **(36час.)**

### **Тема 1. Введение в предмет (2 час.).**

Введение в предмет и общие положения. Чем занимается «Небесная механика».

### **Тема 2. Задачи на определение координат основных элементов координатных систем(6 час.).**

Преобразование координат из экваториальной системы в горизонтальную и из эклиптической в экваториальную. Задачи на преобразование координат из одной системы координат в другую. Геоцентрические экваториальные и эклиптические (сферические и прямоугольные) координаты. Гелиоцентрические экваториальные и эклиптические (сферические и прямоугольные) координаты. Шкалы времени.

### **Тема3. Элементы планетных орбит (12 час.).**

Свойства эллипса. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера. Свойства эллипса. Движение небесных тел. Эфемерида. Возмущенное и невозмущенное движение. Возмущения.

### **Тема 4. Задача Ньютона (10 час.)**

Задача Ньютона - задача двух тел. Уравнение движения. Интегралы площадей. Интеграл живых сил. Уравнение траектории движения. Скорость движения по орбите. Движение по эллипсу. Эксцентрическая аномалия. Уравнение Кеплера. Различные выражения для среднего движения. Третий закон Кеплера. Основные единицы. Постоянная Гаусса. Движение по параболе. Движение по гиперболе. Возмущающее ускорение от гравитационного поля Земли. Геопотенциал. Возмущённое движение ИСЗ. Задача трех тел. Уравнения движения трёх тел. Точки Лагранжа. Задача Хилла. Облако Орта. Пояс Койпера. Десять известных интегралов. Дифференциальные уравнения возмущённого движения.

## **Тема 5. Вычисление эллиптических и параболических орбит (6 час.).**

Определение эллиптической орбиты по трем наблюдениям. Вычисление эллиптической орбиты астероида. Вычисление эфемериды.

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

### **Практические работы (36 час.)**

#### **Занятие 1. Системы координат(10 час.).**

Системы координат (горизонтальная, экваториальная, эклиптическая, галактическая). Преобразование координат из экваториальной системы в горизонтальную и из эклиптической в экваториальную. Геоцентрические экваториальные и эклиптические (сферические и прямоугольные) координаты. Гелиоцентрические экваториальные и эклиптические (сферические и прямоугольные) координаты. Шкалы времени.

#### **Занятие 2. Законы движения (8 час.).**

Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера. Свойства эллипса. Элементы планетных орбит. Эфемерида. Возмущенное и невозмущенное движение. Возмущения.

#### **Занятие 3. Задача двух тел(10 час.).**

Уравнение движения, интегралы площадей; интеграл живых сил. Уравнение траектории движения; скорость движения по орбите. Движение по эллипсу; эксцентриситетная аномалия; уравнение Кеплера. Выражения для среднего движения; третий закон Кеплера. Основные единицы; постоянная Гаусса; движение по параболе. Движение по гиперболе.

#### **Занятие 4. Возмущённое движение ИСЗ(8 час.).**

Задача трех тел. Уравнения движения трёх тел. Точки Лагранжа. Задача Хилла. Облако Орта. Пояс Койпера. Десять известных интегралов. Дифференциальные уравнения возмущённого движения.

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Небесная механика» представлено в Приложении 1 и включает:

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 разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация	
1	Тема 1. Введение в предмет	ОК-1	Знает	Собеседование	Вопросы №1
			Умеет	Собеседование	Вопросы №1
			Владеет	Собеседование	Вопросы №1
2	Тема 2. Задачи на определение координат основных элементов координатных систем	ОК-3	Знает	Собеседование	Вопросы № 2--5
			Умеет	Практическая работа	Практическая работа № 1
			Владеет	Практическая работа	Практическая работа № 1
3	Тема 3. Элементы планетных орбит	ПК-9	Знает	Собеседование	Вопросы № 6-10
			Умеет	Практическая работа	Практическая работа №2
			Владеет	Практическая работа	Практическая работа № 3

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.



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

### **Основная литература**

*(электронные издания)*

1. Шази, Жан Теория относительности и небесная механика. Том I [Электронный ресурс] / Жан Шази ; пер. В. В. Шуликовская ; под ред. К. В. Холшевников. — Электрон. текстовые данные. — Москва-Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2011. — 260 с. — 978-5-4344-0026-8. — Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/17661.html>

2. Шази, Жан Теория относительности и небесная механика. Том II [Электронный ресурс] / Жан Шази ; пер. В. В. Шуликовская ; под ред. К. В. Холшевников. — Электрон. текстовые данные. — Москва-Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2012. — 268 с. — 978-5-4344-0052-7. — Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/17662.html>

3. Бернар, Боннар Небесная механика и управление космическими летательными аппаратами [Электронный ресурс] / Боннар Бернар, Фобур Людовик, Треля Эммануэль ; пер. О. И. Яковенко. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2014. — 344 с. — 978-5-4344-0190-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28903.html>

4. Волков А.В. Географические информационные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Волков А.В., Орехов М.М.— Электрон. текстовые данные.— Санкт- Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 76 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58532.html>

5. Чаругин, В. М. Классическая астрономия [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. М. Чаругин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Прометей, 2013. — 214 с. — 978-5-7042-2400-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18578.html>

### **Дополнительная литература** (печатные и электронные издания)

1. Волков А.В. Географические информационные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Волков А.В., Орехов М.М.— Электрон. текстовые данные.— Санкт- Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 76 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58532.html>

2. Чаругин, В. М. Классическая астрономия [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. М. Чаругин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Прометей, 2013. — 214 с. — 978-5-7042-2400-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18578.html>

3. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. ГУГК, 1989.

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

1. Электронный журнал по геодезии картографии и навигации <http://www.geoprofi.ru/geoprofi>

2. Справочник <http://vba-help.ru/>

3. Справочник по функциям Excel <http://www.excelworld.ru/index/spravochniki/0-48>

4. Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru/>

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

Для успешного освоения дисциплины «Небесная механика» обучающийся в ходе аудиторной и самостоятельной работы должен:

1. Основательно проработать лекционный материал всех тем, уделив особое внимание основным понятиям курса
2. Практические занятия по курсу направлены на закрепление и углубление теоретических знаний.
3. Подготовка к устному опросу на экзамене требует понимания их физического смысла. Следовательно, обучающийся должен стараться научиться анализировать формулы и выражения, стараться научиться прогнозировать и оценивать получаемые с их помощью результаты.

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Небесная механика» включает:

1. Библиотечный фонд кафедры: учебники, справочные пособия, архивные материалы, лекции в виде презентаций, иллюстрации, медиа-файлы (фото, видео).
2. Мультимедийная аудитория, вместимостью 20 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов.
3. Комплект презентационного оборудования: мультимедийный проектор, автоматизированный проекционный экран, акустическая система, а также интерактивная трибуна преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления

оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов.

4. Широкополосный доступ в сеть интернет.

5. Калькуляторы и другие приборы вычислительной техники (для решения задач и построения графиков).

Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта
<p>Мультимедийная аудитория: Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокмутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; расширение для контроллера управления IPL T CR48</p>	<p>г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, корпус Е</p>
<p>Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usbkbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1 Pro (64-bit), 1-1-1 Wty. Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками.</p>	<p>г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, корпус А, уровень 10. Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду</p>

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.



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

---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Небесная механика»**

**Специальность 21.05.01 Прикладная геодезия**

**специализация «Инженерная геодезия»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2019**

## **Самостоятельная работа по дисциплине «Небесная механика» включает:**

1. Подготовку к устным опросам по предыдущим темам.
2. Подготовку к практическим занятиям.
3. Подготовку к итоговой аттестации

Самостоятельная работа по дисциплине в целом составляет 36 часов. График выполнения самостоятельных работ формируется исходя из следующих требований:

- к началу экзаменационной сессии каждый студент обязан выполнить все практические работы, предусмотренные программой курса;

- к началу аттестации студент обязан выполнить те самостоятельные работы, которые предусмотрены в уже пройденных темах по дисциплине.

Порядок контроля хода выполнения самостоятельных работ таков: каждый студент обязан в течение двух недель после окончания очередной темы сдать соответствующую работу на проверку. Контроль усвоения лекционного материала осуществляется в начале каждой лекции в форме краткого опроса в письменной или устной форме.

Самостоятельная работа состоит из освоения теоретического курса, подготовки к практическим занятиям, тестированию.

### **Подготовка к лекционным занятиям**

Советуем использовать разные источники: рекомендуемую учебную литературу, электронные образовательные ресурсы - ЭОР (электронные учебные пособия, электронные копии лекционного курса, электронный дидактический материал по наиболее сложным теоретическим вопросам.), Интернет-ресурсы.

Основа подготовки – конспект, где должны быть отражены все основные формулы, определения. Лектор за ограниченное время может лишь дать основы курса. Поэтому конспект - это навигатор по курсу, а не единственный источник знаний. Рекомендуем оставлять поля для своих вопросов, замечаний и

дополнений, взятых из учебников или других источников, писать четко, выделять главное, отделять абзацы для лучшего восприятия и осмысления. Конспект с беспорядочными записями делает его почти бесполезным, а качественный экономит время подготовки.

Рекомендуем работать с качественными электронными учебниками и пособиями, содержащими навигатор по курсу, полный глоссарий, тестирование для самоконтроля.

Освоение теоретического курса осуществляется не только в результате работы с традиционными печатными учебными изданиями, своим конспектом, электронными ресурсами сети ДВФУ (Ресурсы научной библиотеки) и Интернета, но и в ходе подготовки к лабораторным занятиям.

### **Подготовка к практическим занятиям**

Тема практического задания объявляется преподавателям заранее, поэтому к занятию можно изучить теоретический материал с использованием уже перечисленных ресурсов, в том числе, ЭОР.

Практическая часть курса «Небесная механика» полностью согласована с теоретической частью курса. Темы практических занятий выбраны с таким расчетом, чтобы обеспечить приобретение студентами основных навыков в выполнении оценки существующих территориальных комплексов, обосновании, на основании модельных объектов, их трансформации или организации новых систем.

От студентов требуется посещение лекций и практических занятий, обязательное участие в аттестационных испытаниях. Особо ценится активное участие в самостоятельной работе, а также качество контрольных работ.

Для успешной работы студент должен освоить предыдущий материал и ознакомиться с заданной преподавателем литературой, активно участвовать при обсуждении рефератов, вынесенных на самостоятельное изучение тем и уметь правильно оформить документацию, а также грамотно изложить основные идеи прочитанной литературы.



### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение, час	Форма контроля
1	1-4 неделя	Подготовка отчета по практической работе №1	9	Письменная работа, устный опрос
2	4-8 неделя	Подготовка отчета по практической работе №2	9	Письменная работа, устный опрос
3	9-12 неделя	Подготовка отчета по практической работе №3	9	Письменная работа, устный опрос
4	12-16 неделя	Подготовка отчета по практической работе №4	9	Письменная работа, устный опрос
5	8-16 неделя	Подготовка к итоговой аттестации	18	Письменная работа, устный опрос
6	17-18 неделя	Подготовка к итоговой аттестации	18	Экзамен



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

---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Небесная механика»**

**Специальность 21.05.01 Прикладная геодезия**

**специализация «Инженерная геодезия»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2019**

## ПАСПОРТ ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОК-1 - способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	Знает	положения теории анализа, синтеза, абстрактного мышления
	Умеет	применять положения теории анализа, синтеза, абстрактного мышления
	Владеет	методами анализа, синтеза, абстрактного мышления
ОК-3 - готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	Знает	основные положения по разработке проектов производства геодезических работ
	Умеет	анализировать и рецензировать проекты производства геодезических работ
	Владеет	методами анализа и рецензирования проектов производства геодезических работ
ПК-9 - способность к сбору, обобщению и анализу топографо-геодезической, картографической, астрономо-геодезической и гравиметрической информации, разработке на ее основе методов, средств и проектов выполнения конкретных народно-хозяйственных задач	Знает	методы сбора, получения, обобщения и анализа топографо-геодезической, картографической, астрономо-геодезической и гравиметрической информации, способы разработки на ее основе методов, средств и проектов выполнения конкретных народно-хозяйственных задач
	Умеет	выполнять сбор, обобщение и анализ топографо-геодезической, картографической, астрономо-геодезической и гравиметрической информации, разрабатывать на ее основе методы, средства и проекты выполнения конкретных народно-хозяйственных задач
	Владеет	способностью к сбору, обобщению и анализу топографо-геодезической, картографической, астрономо-геодезической и гравиметрической информации, разработке на ее основе методов, средств и проектов выполнения конкретных народно-хозяйственных задач

№ п / п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
				Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Тема 1. Введение в предмет	ОК-1	Знает	Собеседование	Вопросы №1
			Умеет	Собеседование	Вопросы №1
			Владеет	Собеседование	Вопросы №1
2	Тема 2. Задачи на определение координат основных элементов координатных систем	ОК-3	Знает	Собеседование	Вопросы № 2--5
			Умеет	Практическая работа	Практическая работа №
			Владеет	Практическая работа	Практическая работа №1
3	Тема 3.	ПК-9	Знает	Собеседование	Вопросы № 6-10

Элементы планетных орбит	Умеет	Практическая работа	Практическая работа №2
	Владеет	Практическая работа	Практическая работа №3

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели	Оценочные средства
ОК-1 - способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	знает (пороговый уровень)	Студент имеет представление о: разделах «Небесной механики»; задачах решаемых дисциплиной; теоретическом, практическом, технологическом значении «Небесной механики»	Знание разделов «Небесной механики»; задачах решаемых в «Небесной механике»; теоретическом, практическом, технологическом значении «Небесной механики»	полностью сформированы с незначительными пробелами нечеткие знания отрывочные знания	Отлично Хорошо Удовлетворительно Неудовлетворительно
	умеет (продвинутый)	Студент должен продемонстрировать знание разделов предмета, его истории, влияние на развитие представлений об окружающем мире, практическом и технологическом значении	Студент свободно ориентируется в; задачах решаемых в «Небесной механике»; теоретическом, практическом, технологическом значении «Небесной механики»	Умеет составлять без ошибок с небольшими недостатками с большим количеством ошибок Подготовленные материалы не подлежат исправлению	Отлично Хорошо Удовлетворительно Неудовлетворительно
	владеет (высокий)	Студент умеет самостоятельно работать с литературой по «Небесной механике»; интернет ресурсами, сбором необходимой информации.	Студент должен продемонстрировать навыки работы с литературой по «Небесной механике», интернет ресурсами по «Небесной механике», сбором необходимой информации.	Может полностью самостоятельно выполнять все этапы с небольшими недостатками Владеет нечеткими навыками Не владеет навыками	Отлично Хорошо Удовлетворительно Неудовлетворительно
ОК-3 - готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	знает (пороговый уровень)	Студент имеет представление о небесной сфере, её основных точках и кругах. Знаком с системами астрономических координат. Знает	Студент должен назвать основные характеристик и небесной сферы, системы координат и	полностью сформированы с незначительными пробелами нечеткие	Отлично Хорошо Удовлетво-

		системы счёта времени.	системы счёта времени.	знания отрывочные знания	рительно Неудовлетворительно
	умеет (продвинутый)	Студент умеет самостоятельно изобразить небесную сферу, её основные точки и круги. Умеет изобразить графически системы координат и дать пояснения. Умеет объяснить понятие шкал времени, часовые пояса.	Студент должен уметь изобразить небесную сферу, её основные точки и круги и дать необходимые пояснения. Должен изобразить графически системы координат и дать пояснения. Должен объяснить понятие шкал времени.	Умеет составлять без ошибок  с небольшими недостатками  с большим количеством ошибок  Подготовленные материалы не подлежат исправлению	Отлично  Хорошо  Удовлетворительно  Неудовлетворительно
	владеет (высокий)	Студент умеет самостоятельно проводить пересчёт координат из одной системы в другую. Умеет самостоятельно проводить переход между шкалами времени и часовыми поясами.	Студент должен пересчитывать координат из одной системы в другую. Должен самостоятельно проводить переход между шкалами времени и часовыми поясами.	Может полностью самостоятельно выполнять все этапы  с небольшими недостатками  Владеет нечеткими навыками  Не владеет навыками	Отлично  Хорошо  Удовлетворительно  Неудовлетворительно
<b>ПК-9</b> - способность к сбору, обобщению и анализу топографо-геодезической, картографической, астрономо-геодезической и гравиметрической информации, разработке на ее основе методов, средств и проектов выполнения конкретных народно-хозяйственных задач	знает (пороговый уровень)	Знает закон Кеплера и всемирного тяготения. Имеет представления о эллипсе и его свойствах. Знаком с явлением возмущенного и невозмущенного движения.	Знать законы Кеплера и закон всемирного тяготения. Знать законы движения небесных тел.	полностью сформированы  с незначительными пробелами  нечеткие знания  отрывочные знания	Отлично  Хорошо  Удовлетворительно  Неудовлетворительно
	умеет (продвинутый)	Студент умеет самостоятельно объяснить законы Кеплера и всемирного тяготения. Продемонстрировать метод уточнения Ньютоном законов Кеплера. Умеет объяснить понятие эфемериды и	Студент должен самостоятельно объяснить законы Кеплера и всемирного тяготения. Должен продемонстрировать метод	Умеет составлять без ошибок  с небольшими недостатками  с большим количеством ошибок	Отлично  Хорошо  Удовлетворительно

		возмущение.	уточнения Ньютоном законов Кеплера. Должен объяснить понятие эфемериды и возмущение	Подготовленные материалы не подлежат исправлению	Неудовлетворительно
	владеет (высокий)	Студент умеет самостоятельно производить расчёты пользуясь законами Кеплера и всемирного тяготения. Умеет рассчитать эфемериду.	Студент должен самостоятельно производить расчёты пользуясь законами Кеплера и всемирного тяготения. Должен рассчитать эфемериду.	<p>Может полностью самостоятельно выполнять все этапы</p> <p>с небольшими недостатками</p> <p>Владеет нечеткими навыками</p> <p>Не владеет навыками</p>	<p>Отлично</p> <p>Хорошо</p> <p>Удовлетворительно</p> <p>Неудовлетворительно</p>

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

#### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется преподавателем. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине предусмотрена в виде устного опроса в форме собеседования. При этом, оценка является комплексной, учитываются все оценки контрольных мероприятий текущей аттестации с весом, определяемым ведущим преподавателем. Оценка выставляется студенту, только если ему предварительно были зачтены результаты прошедших работ.

#### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется преподавателем.

### **КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

Текущий контроль знаний осуществляется путем краткого опроса на лекционных и практических занятиях.

### **Вопросы для экзамена**

1. Введение в предмет и общие положения. Чем занимается «Небесная механика».
2. Системы координат (горизонтальная, экваториальная, эклиптическая, галактическая).
3. Преобразование координат из экваториальной системы в горизонтальную и из эклиптической в экваториальную.
4. Геоцентрические экваториальные и эклиптические (сферические и прямоугольные) координаты.
5. Гелиоцентрические экваториальные и эклиптические (сферические и прямоугольные) координаты. Шкалы времени TCB, TCG, TT
6. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера. Свойства эллипса.
7. Элементы планетных орбит.
8. Эфемерида. Возмущенное и невозмущенное движение. Возмущения.
9. Задача Ньютона (задача двух тел):
10. Возмущённое движение ИСЗ. Задача трех тел: Уравнения движения трёх тел. Точки Лагранжа.
11. Задача Хилла. Облако Орта. Пояс Койпера.
12. Десять известных интегралов. Дифференциальные уравнения возмущённого движения.

13. Геопотенциал. Формы представления геопотенциала. 15.  
Представление возмущающей функции геопотенциала через элементы орбиты.
14. Определение эллиптической орбиты по трем наблюдениям.
15. Вычисление эллиптической орбиты астероида (пример расчета).
16. Вычисление эфемериды.