

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**

(ДВФУ)

**ШКОЛА ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ**

|  |  |
| --- | --- |
| СОГЛАСОВАНОРуководитель ОПА.Н. Жирабок«17» июня .2019 г. |  |

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«СПЕЦИАЛЬНЫЕ ГЛАВЫ МАТЕМАТИКИ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ»**

**направления 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств**

**Магистерская программа «Технологии дистанционного зондирования Земли»**

###### Форма подготовки очная

**Школа цифровой экономики**

курс 1 семестр 1

лекции 10 час.

практические занятия 34 час.

лабораторные работы 0 час.

всего часов аудиторной нагрузки 54 час.

самостоятельная работа 136 час.

контрольные работы программой не предусмотрены

курсовая работа/проект – не предусмотрено

зачет – не предусмотрено учебным планом

экзамен 1 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 21.11.2014 № 1491

Составитель: к.т.н., доцент Б.С. Ноткин

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании Дирекции Школы цифровой экономики:**

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

Заместитель директора ШЦЭ

по учебной и воспитательной работе \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании Дирекции Школы цифровой экономики:**

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

Заместитель директора ШЦЭ

по учебной и воспитательной работе \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (подпись) (И.О. Фамилия)

# СОДЕРЖАНИЕ

[АННОТАЦИЯ](#_qhyxleicy1w4) 2

[СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА](#_dggt5xqi2y79) 6

[СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА](#_w1bttzy90u34) 7

[УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ](#_28ix705sffzc) 8

[КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА](#_i88bb93g5xsd) 9

[СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ](#_834b2umv7gde) 10

[МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ](#_b0z9w7jjqlcq) 11

[МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ](#_682ya88qo8rk) 12

[УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ](#_71uvhfhix1fn) 14

[ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ](#_ahokz92km3kh) 18

# АННОТАЦИЯ

**Специальные главы математики и теоретической механики**

**Направление подготовки** 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств

**Профиль (специализация)**: Технологии дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)

**Место дисциплины в основной образовательной программе**: дисциплина базовой части (Б1.Б.02).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 часов, 5 зачетные единицы. Учебным планом предусмотрены: лекционные занятия (10 часов), практические занятия (34 часов), самостоятельная работа студента (136 час, в том числе на подготовку к экзамену 27 часов). Дисциплина реализуется на 1 курсе в 1 семестре. Форма контроля по дисциплине - экзамен.

**Дисциплина реализуется** Школой цифровой экономики.

**Цель дисциплины:** Цель курса состоит в изучении отдельных разделов теоретической механики, а также основных способов обработки измерений и инструментов математической статистики.

**Задачи:**

* изучить основные законы динамика вращения твердого тела, механики космического полета и теории орбитального движения тел. Научиться решать задачи двух тел и задачи определения и улучшения орбит.
* изучить принципы и типы систем автоматического управления, используемые в космической технике;
* изучить математический аппарат исследования линейных систем автоматического управления (САУ), основных элементов и характеристик САУ, методов анализа САУ на устойчивость и качество управления, способов корректировки свойств линейных САУ.
* овладеть методами построения математических моделей нелинейных систем, изучения их топологических свойств и характеристик, освоения методов линейного представления этих моделей.
* освоить методы анализа устойчивости движения, изучить условия абсолютной устойчивости систем автоматического управления, содержащие существенно нелинейные элементы, освоить методы исследования периодических движений в нелинейных системах управления.

**Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код и формулировка компетенции** | **Этапы формирования компетенции** |
| ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора | ОПК-1.1.Знает тенденции и перспективы развития конструкций и технологий электронных средств, а также смежных областей науки и техникиОПК-1.2.Умеет использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельностиОПК-1.3.Владеет передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности |
| ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы | ОПК-2.1.Знает методы синтеза и исследования физических и математических моделейОПК-2.2.Умеет адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделированияОПК-2.3.Владеет навыками представления иаргументированной защиты результатов работы |
| ОПК-4. Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач | ОПК-4.1.Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронных средств с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средствОПК-4.2.Умеет осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельностиОПК-4.3.Владеет современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и электронных устройств различного функционального назначения |

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Специальные главы математики и теоретической механики» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: круглый стол (дискуссия, дебаты), семинар, проектная сессия, проектный семинар и др.

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

|  |  |
| --- | --- |
| **Тема** | **Ак.ч.** |
| **Раздел I. Динамика вращения твердого тела** | **3** |
| **Кинематика твердого тела**Понятие абсолютно твердого тела. Матрица направляющих косинусов. Угловая скорость. Формула распределения скоростей в твердом теле (формула Эйлера). Формула распределения ускорений в твердом теле (формула Ривальса). Теорема о локальной производной. Формулы сложного движения. | 3 |
| **Раздел II. Механика космического полета** | **4** |
| **Движение двух точечных частиц, взаимодействующих друг с другом**Уравнения движения: первые интегралы, их следствия и связь с законами Кеплера, уравнение орбиты, компоненты скорости. Уравнение Кеплера: вывод уравнения, итерационный метод решения, параболическое и гиперболическое движения. Элементы орбиты: определение орбиты по наблюдениям, улучшение орбиты. Орбиты переходов: гомановский перелет, доказательство оптимальности, биэллиптический перелет, сокращение затрат топлива, сокращение времени перелета, поворот плоскости. | 4 |
| **Раздел III. Обработка измерений и математическая статистика** | **3** |
| **Введение в задачи оценки движения по измерениям**Примеры задач определения движения по измерениям из области робототехники и космонавтики. Понятия локальных методов определения движения и статистических. Понятие модели измерений. Проблема калибровки измерительных средств. Основные типы источников ошибок измерений | 3 |
| **Итого** | **10** |

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

|  |  |
| --- | --- |
| **Название практической работы** | **Ак. ч.** |
| **Раздел I. Динамика вращения твердого тела** | **8** |
| **Практическая работа №1. Основные понятия и теоремы динамики**Аксиомы Ньютона и задачи механики. Центр масс. Импульс. Кинетический момент. Изменение кинетического момент момента при переносе полюса. Кинетическая энергия. Теорема Кенига. Теоремы об изменении основных динамических величин. | 2 |
| **Практическая работа №2. Динамика твердого тела**Тензор инерции. Главные оси. Эллипсоид инерции. Кинетический момент твердого тела. Кинетическая энергия твердого тела. Кинематические соотношения. Углы Эйлера. Кватернионы. Динамические уравнения Эйлера. Регулярная прецессия в случае Эйлера и Лагранжа. | 2 |
| **Практическая работа №3. Элементы теории устойчивости**Устойчивость по Ляпунову. Теорема Лагранжа-Дирихле. Теоремы Ляпунова о неустойчивости. Асимптотическая устойчивость. Критерий Рауса-Гурвица. Теорема об устойчивости по линейному приближению. Теоремы прямого метода Ляпунова. | 2 |
| **Практическая работа №4. Угловое движение спутника**Гравитационный момент. Момент сил аэродинамического сопротивления и сил светового давления. Момент, возникающий при взаимодействии магнитного диполя спутника с геомагнитным полем. | 2 |
| **Раздел II. Механика космического полета** | **14** |
| **Практическая работа №5. Движения трёх тел, взаимодействующих по закону тяготения Ньютона. Гравитационная задача N тел.**Планетная форма. Случаи Эйлера и Лагранжа. Сведение задачи трех тел к задаче двух тел - полное решение. Грависферы как аппарат сведения к задаче двух тел: сфера притяжения, сфера действия (Лапласа), третья космическая скорость как пример применения методики, гравитационный маневр как пример применения методики. Ограниченная круговая задача трех тел: вывод уравнений движения, интеграл энергии. Критерий Тиссерана, точки либрации, их устойчивость, поверхности нулевой скорости.  | 6 |
| **Практическая работа №6. Возмущенное движение.**Уравнения в оскулирующих переменных: вывод уравнений, модификации без вырождения, влияние компонент ускорения и ошибок начальных данных (выведения). Влияние несферичности Земли: потенциал Земли и компоненты ускорения, эволюционное изменение параметров орбиты. Движение в атмосфере: эволюция орбиты, парадокс спутника. | 4 |
| **Практическая работа №7. Формации спутников.**Вывод уравнений относительного движения. Поддержание формации. Сближение, стыковка. | 4 |
| **Раздел III. Обработка измерений и математическая статистика** | **12** |
| **Практическая работа №8. Нормальное распределение вероятности ошибок измерений.**Одномерное и многомерное нормальное распределение. Доверительный интервал. Ковариационная матрица, эллипс рассеяния. Геометрия многомерного нормального распределения. Проекцирование эллипсоида ошибок на интересующее направление. | 4 |
| **Практическая работа №9. Методы среднеквадратичной фильтрации для линейных систем.**Среднеквадратический критерий оценки. Максимум правдоподобия оценки. Минимизация показателя экспоненты нормального распределения ошибок. Метод наименьших квадратов. Метод нормальных мест и аккумулятивный фильтр Гаусса. Фильтр Калмана-Бюси. | 4 |
| **Практическая работа №10. Методы фильтрации для нелинейных систем.**Нелинейные модели движения и измерений. Постановка задачи нелинейного метода наименьших квадратов. Расширенный и нелинейный фильтры Калмана. Particle фильтр. Проблема настройки фильтра Калмана и численные методы её решения. Адаптивные модификации фильтров. Методы определения погрешности оценки параметров движения. Примеры применения методов среднеквадратичной фильтрации. | 4 |
| **Итого** | **34** |

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Специальные главы математики и теоретической механики» 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.

# КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Контролируемые разделы / темы дисциплины | Коды и этапы формирования компетенций  | Оценочные средства  |
| текущий контроль | промежуточная аттестация |
| 1 | Раздел I. Динамика вращения твердого тела | ОК-3ОПК-1ОПК-2 | знает  | собеседование, круглый стол | Экзаменационные вопросы в форме собеседования |
| умеет | мастер-класс |
| владеет | защита практических работ |
| 2 | Раздел II. Механика космического полета | ОК-3ОПК-1ОПК-2 | знает  | собеседование, круглый стол |
| умеет | мастер-класс |
| владеет | защита практических работ |
| 3 | Раздел III. Обработка измерений и математическая статистика |  ОК-3ОПК-1ОПК-2 | знает  | собеседование, круглый стол |
| умеет | мастер-класс |
| владеет | защита практических работ |

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.

#

# СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

 **Основная литература**

 *(электронные и печатные издания)*

1. Певзнер Л.Д. Теория систем управления. — СПб.: Издательство «Лань», 2013.
2. Овчинников М.Ю. Введение в динамику космического полета: Учебное пособие. М.: МФТИ, 2016, 208 с.
3. Расчет параметров межпланетных траекторий по методу сфер влияния [Электронный ресурс] : Метод. указания / А.В. Фомичев. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - <http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0480.html>

**Дополнительная литература**

*(печатные и электронные издания)*

1. Эльясберг П.Е. Введение в теорию полета искусственных спутников Земли. М.: Наука, 1965, 540 с.
2. Е.Н. Поляхова, А.А. Вьюга, В.Б. Титов, Орбитальный космический полет в задачах с подробными решениями и в числах, М.: ЛЕНАНД, 2016, 256 с.
3. Н.Н. Моиссев. Асимптотические методы нелинейной механики. М.: Наука, 1969, 379 с.
4. А.К. Платонов, Д.С. Иванов. Методы обработки измерений: Учебное пособие. М.: МФТИ, 2013, 107 с.
5. Певзнер Л.Д. Практикум по теории автоматического управления. — М.: Высшая школа, 2005.

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

1. Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН. <http://www.keldysh.ru/microsatellites/Space_flight_mechanics_part_1.pdf>
2. Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН. <http://www.keldysh.ru/microsatellites/Space_flight_mechanics_part_2.pdf>
3. Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН. <http://www.keldysh.ru/microsatellites/Space_flight_mechanics_part_3.pdf>
4. Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН. <http://www.keldysh.ru/microsatellites/Measurement_processing_methods.pdf>

**Перечень информационных технологий**

**и программного обеспечения**

1. MatLab - система для проведения инженерных расчетов и численного моделирования бортовых систем управления
2. PythonQT - среда разработки для создания приложений работы с большими данными на языке Python
3. Eclipse IDE for C++ - среда разработки ПО для ОС ECOSпод Linux
4. Open Office - свободно распространяемый аналог MS Office
5. Acrobat reader - ПО для чтения документации и даташитов в формате PDF

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (РПД).

**Лекционный курс.**

Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных материалов. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспекте допускается применять сокращение слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникающие в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю.

Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к семинарам, при подготовке к зачету, контрольным вопросам, при выполнении самостоятельных заданий. Лекции имеют целью дать систематизированные основы научных знаний. При изучении и проработке теоретического материала для обучения необходимо повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы; при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД литературные источники и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

**Практические занятия.**

Практические занятия по дисциплине проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над нормативными документами, учебной и научной литературой.

При подготовке к практическому занятию необходимо:

− изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;

− при выполнении домашних заданий внимательно изучить дополнительную литературу.

Студент должен вести активную познавательную работу. Важно научиться включать вновь получаемую информацию в систему уже имеющихся знаний. Необходимо также анализировать материал для выделения общего в частном, и наоборот, частного в общем.

# МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

|  |  |
| --- | --- |
| **Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест** | **Перечень МТО** |
| 690922, Приморский край,г. Владивосток,о. Русский, п. Аякс, 10,г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс , корпус С, ауд. С 305 | **Компьютерный класс:****ПК DEXP Jupiter P124 или аналог - не менее 3 шт.**Операционная система: Linux, Модель процессора Core i5 7500, количество ядер процессора: не менее 4, частота процессора: не менее 3400 МГц, автоматическое увеличение частоты: до 3800 МГц, оОбъем кэша L2 не менее 1 МБ, Объем кэша L3 не менее 6 МБ, тип видеокарты дискретная, производитель видеочипа Nvidia, модель дискретной видеокарты GeForce GTX 1070, модель интегрированной видеокарты Intel HD Graphics 630, тип видеопамяти GDDR5, объем видеопамяти не менее 8192 МБ, тип оперативной памяти DDR4, размер оперативной памяти не менее 8 ГБ, суммарный объем жестких дисков (HDD) не менее 1 ТБ, Интерфейсы/разъемы: видео интерфейсы HDMI, DisplayPort, DVI, Интерфейсы периферии USB 2.0 x8, USB 3.0 x2, jack 3.5 mm х2, вид доступа в Интернет Ethernet, Скорость сетевого адаптера до 1000 Мбит/с.**Системный блок Dell Vostro 3650 MT i7-6700 3.4GHz 8Gb 1Tb DVD-RW Win10SL или аналог - не менее 15 шт.**Процессор Intel Core i7-6700 (Skylake, 3.40ГГц, 8Mb, LGA1151), количество ядер: не менее 4, система охлаждения воздушная, установленная оперативная память: не менее 8 Гб, тип оперативной памяти DDR3, максимальный объем оперативной памяти: 16 Гб, постоянный объем памяти: 1000 Гб, тип устройства: HDD, интерфейс: SATA, видеокарта PNY Quadro K420, 2Gb DDR3 памяти не менее 2048 Мб, устройство чтения карт памяти CardReader, Разъемы RJ-45, HDMI, 4 x USB 2.0, VGA, Mic, line-out2 x USB 3.0, оптические накопители DVD±RW, сетевая карта 10/100/1000 Мбит/с, операционная система Лицензионная Microsoft Windows 10 Домашняя.**Монитор 23" Dell S2316H IPS, LED, 1920x1080, 6ms, 250 cd/m2, 1000:1 (DCR 8M:1), D-Sub, HDMI (MHL), 3Wx2 или аналог - не менее 18 шт.**диагональ экрана не менее 23", максимальное разрешение не хуже 1920x1080, технология изготовления матрицы: IPS, Технические характеристики экрана, Время отклика пикселя, мс 6 мс, Частота при максимальном разрешении 60 Гц, видеоразъемы HDMI, VGA (D-Sub). |

Приложение 1

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Вид самостоятельной работы | Примерные нормы времени на выполнение | Форма контроля |
| 1 | Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе | 16 | Собеседование, доклад, опрос |
| 2 | Подготовка и выполнение практического занятия №1 | 5 | Защита практической работы |
| 3 | Подготовка и выполнение практического занятия №2 | 5 | Защита практической работы |
| 4 | Подготовка и выполнение практического занятия №3 | 5 | Защита практической работы |
| 5 | Подготовка и выполнение практического занятия №4 | 5 | Защита практической работы |
| 6 | Подготовка и выполнение практического занятия №5 | 5 | Защита практической работы |
| 7 | Подготовка и выполнение практического занятия №6 | 5 | Защита практической работы |
| 8 | Подготовка и выполнение практического занятия №7 | 5 | Защита практической работы |
| 9 | Подготовка и выполнение практического занятия №8 | 5 | Защита практической работы |
| 10 | Подготовка и выполнение практического занятия №9 | 5 | Защита практической работы |
| 11 | Подготовка и выполнение практического занятия №10 | 5 | Защита практической работы |
| 12 | Подготовка к текущей аттестации | 16 | Конспекты и журнал практических работ |
| 13 | Подготовка к промежуточной аттестации | 27 | Экзаменсобеседованием |
|  | Итого | 109 |  |

**Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

По мере освоения учебного материала по тематике дисциплины предусмотрено выполнение самостоятельной работы магистрами по сбору и обработки статистического материала, что позволяет углубить и закрепить конкретные знания, полученные на практических занятиях. Занятия проводится в специализированной аудитории, оснащенной современным оборудованием и необходимыми техническими средствами обучения. Для изучения и полного освоения программного материала по дисциплине используется учебная, справочная и другая литература, рекомендуемая настоящей программой, а также профильные периодические издания.

В рамках реализации компетентностного подхода в учебном процессе с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся при проведении практических занятий широко используются активные и интерактивные формы обучения (разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой.

Самостоятельная работа (СРС) складывается из таких видов работ как работа с конспектом лекций; изучение материала по учебникам, справочникам, видеоматериалам и презентациям, а также прочим достоверным источникам информации; подготовка к экзамену.

Для закрепления материала лекций достаточно, перелистывая конспект или читая его, мысленно восстановить прослушанный материал. При необходимости обратиться к рекомендуемой учебной и справочной литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

**Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям**

Подготовка к практическим занятиям. Этот вид самостоятельной работы состоит из нескольких этапов:

1) повторение изученного материала. Для этого используются конспекты лекций, рекомендованная основная и дополнительная литература;

2) углубление знаний по теме. Необходимо имеющийся материал в лекциях, учебных пособиях дифференцировать в соответствии с пунктами плана практического занятия. Отдельно выписать неясные вопросы, термины. Лучше это делать на полях конспекта лекции или учебного пособия. Уточнение надо осуществить при помощи справочной литературы (словари, энциклопедические издания и т.д.);

3) составление развернутого плана выступления, или проведения расчетов, решения задач, упражнений и т.д.

**Методические указания к выполнению доклада**

Доклад представляет собой краткое изложение проблемы практического или теоретического характера с формулировкой определенных выводов по рассматриваемой теме. Избранная студентом проблема изучается и анализируется на основе одного или нескольких источников. Доклад направлен на анализ одной или нескольких научных работ.

Целями написания доклада являются:

* развитие у студентов навыков поиска актуальных проблем современного законодательства;
* развитие навыков краткого изложения материала с выделением лишь самых существенных моментов, необходимых для раскрытия сути проблемы;
* развитие навыков анализа изученного материала и формулирования собственных выводов по выбранному вопросу в письменной форме, научным, грамотным языком.

Задачами написания доклада являются:

* научить студента максимально верно передать мнения авторов, на основе работ которых студент пишет доклад;
* научить студента анализируемой проблеме;
* грамотно излагать свою позицию по анализируемой проблеме;
* подготовить студента к дальнейшему участию в научно практических конференциях, семинарах и конкурсах;
* помочь студенту определиться с интересующей его темой, дальнейшее раскрытие которой возможно осуществить при написании ВКР;
* уяснить для себя и изложить причины своего (несогласия) с мнением того или иного автора по данной проблеме.

**Основные требования к содержанию доклада**

Студент должен использовать только те материалы (научные статьи, монографии, пособия), которые имеют прямое отношение к избранной им теме. Не допускаются отстраненные рассуждения, не связанные с анализируемой проблемой. Содержание доклада должно быть конкретным, исследоваться должна только одна проблема (допускается несколько, только если они взаимосвязаны). Студенту необходимо строго придерживаться логики изложения (начать с определения и анализа понятий, перейти к постановке проблемы, проанализировать пути ее решения и сделать соответствующие выводы). Доклад должен заканчиваться выведением выводов по теме. По своей структуре доклад состоит из:

1. Титульного листа;
2. Введения, где студент формулирует проблему, подлежащую анализу и исследованию;
3. Основного текста, в котором последовательно раскрывается выбранная тема. При необходимости текст доклада может дополняться иллюстрациями, таблицами, графиками, но ими не следует "перегружать" текст;
4. Заключения, где студент формулирует выводы, сделанные на основе основного текста.
5. Списка использованной литературы. В данном списке называются как те источники, на которые ссылается студент при подготовке доклада, так и иные, которые были изучены им.

Объем доклада составляет 10-15 страниц машинописного текста, но в любом случае не должен превышать 15 страниц. Интервал – 1,5, размер шрифта – 14, поля: левое — 3см, правое — 1,5 см, верхнее и нижнее 1,5 см. Страницы должны быть пронумерованы. Абзацный отступ от начала строки равен 1,25 см.

**Порядок сдачи доклада и его оценка**

Доклад пишется студентами в течение семестра в сроки, устанавливаемые преподавателем по конкретной дисциплине, и сдается преподавателю, ведущему дисциплину.

По результатам проверки студенту выставляется определенное количество баллов, которое входит в общее количество баллов студента, набранных им в течение семестра.

При оценке доклада учитываются соответствие содержания выбранной теме, четкость структуры работы, умение работать с научной литературой, умение ставить проблему и анализировать ее, умение логически мыслить, владение профессиональной терминологией, грамотность оформления.

**Методические рекомендации по написанию реферата**

Реферат – самостоятельное научное исследование по направлению, дисциплине, выполняемое студентом по заданию преподавателя и служащее углубленному познанию избранной темы. Научность исследования выражается в решении некоторой познавательной проблемы, соотнесении теоретических положений с фактами, систематичность изложения, оперировании современной специальной терминологии и т.д. Реферат является одной из форм отчетности студента по итогам обучения. Студентам предоставляется право свободного выбора темы из предложенного списка. Изменение темы реферата допускается по согласованию с преподавателем. Защита реферата происходит публично. Подбор литературы по теме реферата осуществляется студентом самостоятельно. Преподаватель лишь помогает ему определить основные направления работы, указывает наиболее важные научные источники, которые следует использовать при ее написании, разъясняет, где их можно найти. При подборе литературы рекомендуется использовать фонды научных библиотек, электронных каталогов и сети Интернет. План написания реферата составляется студентом самостоятельно, и согласовывается с преподавателем. Содержание реферата должно соответствовать теме и плану. Реферат должен включать следующие основные разделы: Титульный лист Содержание. Включает порядок расположения основных частей с указанием страниц, на которых соответствующий раздел начинается. Введение. В нем автор обосновывает научную актуальность, практическую значимость, новизну темы, а также указывает цель и задачи, проводимого исследования. Основная часть. Структура и состав основной части может меняться в зависимости от специфики и направления выполняемой работы. Заключение (или выводы). В заключении подводится итог проведенному исследованию, формулируются предложения и выводы автора, вытекающие из всей работы. Список литературы. В список литературы включаются только те работы, на которые сделаны ссылки в тексте реферата. Список оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003. Приложения. Приводятся используемые в работе документы, таблицы, графики, схемы и др. (аналитические табличные и графические материалы могут быть приведены также в основной части). В ходе выполнения работы студент по мере необходимости обращается за консультацией к преподавателю. Выполненный и оформленный реферат в сброшюрованном виде сдается на проверку преподавателю, оценка выставляется в ходе публичной защиты и учитывается при аттестации студента (дифференцированный зачет).

**Методические рекомендации по написанию эссе**

Эссе от французского "essai", англ. "essay", "assay" - попытка, проба, очерк; от латинского "exagium" - взвешивание. Создателем жанра эссе считается М.Монтень ("Опыты", 1580 г.). Это прозаическое сочинение - рассуждение небольшого объема со свободной композицией. Жанр критики и публицистики, свободная трактовка какой-либо проблемы. Эссе выражает индивидуальные впечатления и соображения по конкретному поводу или вопросу и заведомо не претендует на определяющую или исчерпывающую трактовку предмета. Как правило, эссе предполагает новое, субъективно окрашенное слово о чем - либо и может иметь философский, историко-биографический, публицистический, литературно-критический, научно-популярный, беллетристический характер. Эссе студента - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем (тема может быть предложена и студентом, но обязательно должна быть согласована с преподавателем). Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи. Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему.

Приложение 2

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**Паспорт ФОС**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код и формулировка компетенции** | **Этапы формирования компетенции** |
| ОК-3 способность использовать в практической деятельности новые знания и умения, как относящиеся к своему научному направлению, так и, в новых областях знаний, непосредственно не связанных с профессиональной сферой деятельности  | Знает | способы самостоятельного обучения новым методам исследования; методы исследования впрофессиональной сфере деятельности;основы научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности;основы рационального планирования профессиональной деятельности. |
| Умеет | самостоятельно обучаться новым методам исследования в профессиональной сфере деятельности; использовать научные и научно-производственные навыки в своей деятельности; повышать свою квалификацию и мастерство; самостоятельно изменять научно-производственный профиль в своей профессиональной деятельности. |
| Владеет | способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования и их применению при решении прикладных задач в различных областях; способностью к реализации своихпрофессиональных качеств в смежных областях. |
| ОПК-1 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики  | Знает | технологии использования математических, естественнонаучных, социально-экономических знаний и информационного обеспечения прирешения прикладных задач |
| Умеет | самостоятельно приобретать, развивать и применять полученные знания для решения нестандартных задач в прикладной сфере |
| Владеет | навыками теоретического и экспериментального исследования; системным подходом к решениюнаучно-технических проблем. |
| ОПК-2 владение в полной мере основным физико-математическим аппаратом, необходимым для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств  | Знает | основные положения теоретической механики, математического анализа и линейной алгебры в объеме необходимом для решения профессиональных задач |
| Умеет | пользоваться математическим аппаратом для изучения существующих и разработки новых алгоритмов и методов управления системами и устройствами, а также проводить их численные и полунатурные испытания |
| Владеет | основными программно-аппаратными комплексами и методиками проведения полунатурных испытаний  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код** | **Ур** | **Критерии и показатели оценивания** |
| ОК-3 | Знает | 2 | Не знает способы самостоятельного обучения новым методам исследования. Не знает методы исследования в профессиональной сфере деятельности. Не знает основы научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности. |
| 3 | знает правила и принципы самостоятельного обучения новым методам исследования и методы исследования в профессиональной сфере деятельности. Понимает основы научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности. |
| 4 | Знает способы самостоятельного обучения новым методам исследования, а также методы исследования в профессиональной сфере деятельности; основы научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, а также основы рационального планирования профессиональной деятельности. |
| 5 | Знает способы самостоятельного обучения новым методам исследования, а также методы исследования в профессиональной сфере деятельности; основы научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, понимает правила и принципы применения законов рационального планирования профессиональной деятельности. |
| Умеет | 2 | Не умеет самостоятельно обучаться новым методам исследования в профессиональной сфере деятельности |
| 3 | слабо ориентируется в методах самостоятельного обучения новым методам исследования в профессиональной сфере деятельности. |
| 4 | умеет самостоятельно обучаться новым методам исследования в профессиональной сфере деятельности. Умеет использовать научные и научно-производственные навыки в своей деятельности, а также повышать свою квалификацию и мастерство. |
| 5 | свободно обучается новым методам исследования в профессиональной сфере деятельности. Легко использует научные и научно-производственные навыки в своей деятельности. Умеет повышать свою квалификацию и мастерство исходя из решаемых профессиональных задач и в интересах собственного развития. Способен самостоятельно изменять научно-производственный профиль своей профессиональной деятельности. |
| Владеет | 2 | Не владеет способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования |
| 3 | Владеет способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, но не способен применять их при решении прикладных задач в различных областях. |
| 4 | Хорошо владеет способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования и может применять их при решении прикладных задач в различных областях. |
| 5 | Свободно владеет способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования и их применению при решении прикладных задач в различных областях. Способен к реализации своих профессиональных качеств в смежных областях. |
| ОПК-1 | Знает | 2 | Не знает специальные главы математики и теоретической механики |
| 3 | Знает специальные главы математики и теоретической механики |
| 4 | Знает специальные главы математики и теоретической механики; Понимает основные принципы системной инженерии |
| 5 | Знает специальные главы математики и теоретической механики; Понимает основные принципы системной инженерии и проектирования сложных систем в примении к решению прикладных задач цифровой экономики |
| Умеет | 2 | Не умеет применять математические методы управления для решения задач информационного обеспечения и развития больших территорий |
| 3 | Умеет применять математические методы управления для решения задач информационного обеспечения и развития больших территорий |
| 4 | Умеет применять математические методы управления, обработки данных, и подходы системной разработки космических программ для решения задач информационного обеспечения и развития больших территорий |
| 5 | Умеет применять математические методы управления, обработки данных, подходы системной разработки космических программ, использования полезных нагрузок космических аппаратов и ракетной техники для решения задач информационного обеспечения и развития больших территорий |
| Владеет | 2 | Не владеет аппаратом специальных разделов математики и теоретической механики для оценки проектных параметров систем управления космической техникой |
| 3 | Слабо владеет аппаратом специальных разделов математики и теоретической механики для оценки проектных параметров систем управления космической техникой |
| 4 | Уверенно владеет аппаратом специальных разделов математики и теоретической механики для оценки проектных параметров систем управления космической техникой; владеет техникой и подходами для улучшения точности, качества и производительности космических систем с учетом различных возмущений и внешних факторов; владеет методиками расчета проектных параметров полезных нагрузок; методиками оценки финансовых параметров космической программы; оценками расчета средств доставки спутников на орбиту |
| 5 | Свободно владеет аппаратом специальных разделов математики и теоретической механики для оценки проектных параметров систем управления космической техникой; владеет техникой и подходами для улучшения точности, качества и производительности космических систем с учетом различных возмущений и внешних факторов; использованием спутниковых группировок и формаций для повышения достоверности, периодичности и оперативности доставки информации потребителю; владеет методиками расчета проектных параметров полезных нагрузок; методиками оценки финансовых параметров космической программы; оценками расчета средств доставки спутников на орбиту |
| ОПК-2  | Знает | 2 | Не знает содержания специальных глав математики и теоретической механики |
| 3 | Слабо знает специальные главы математики и теоретической механики |
| 4 | Знает специальные главы математики и теоретической механики, а также теоретические основы конструирования космических систем |
| 5 | Отлично знает специальные главы математики и теоретической механики, теоретические основы конструирования космических систем, математические методы машинного обучения для проектирования робототехнических и мехатронных систем дистанционного зондирования земли |
| Умеет | 2 | Не умеет использовать методы теоретической механики, математики, математической статистики, машинного обучения, теории автоматического регулирования для решения задач управления системами сбора и анализа информации |
| 3 | слабо ориентируется в использовании методов теоретической механики, математики, математической статистики, машинного обучения, теории автоматического регулирования для решения задач управления системами сбора и анализа информации |
| 4 | Умеет использовать методы теоретической механики, математики, математической статистики, машинного обучения, теории автоматического регулирования для решения задач управления системами сбора и анализа информации, а также умеет использовать методы тепловых, прочностных расчетов для моделирования и испытаний систем сбора данных |
| 5 | Умеет использовать методы теоретической механики, математики, математической статистики, машинного обучения, теории автоматического регулирования для решения задач управления системами сбора и анализа информации; умеет использовать методы тепловых, прочностных расчетов для моделирования и испытаний систем сбора данных; умеет применять методы машинного обучения для работы с автономными робототехническими и мехатронными системами |
| Владеет | 2 | Не владеет аппаратом динамики, теории устойчивости, механики космического полета, теорией возмущений, обработки измерений для проектирования, численного моделирования и испытаний систем сбора информации |
| 3 | Недостаточно владеет владеет аппаратом динамики, теории устойчивости, механики космического полета, теорией возмущений, обработки измерений для проектирования, численного моделирования и испытаний систем сбора информации |
| 4 | хорошо владеет аппаратом динамики, теории устойчивости, механики космического полета, теорией возмущений, обработки измерений для проектирования, численного моделирования и испытаний систем сбора информации. Владеет программными комплексами для тепловых и прочностных расчетов, синтеза, моделирования систем автоматического управления, аппаратными комплексами полунатурных испытаний. |
| 5 | Владеет аппаратом динамики, теории устойчивости, механики космического полета, теорией возмущений, обработки измерений для проектирования, численного моделирования и испытаний систем сбора информации; владеет программными комплексами для тепловых и прочностных расчетов, синтеза, моделирования систем автоматического управления, аппаратными комплексами полунатурных испытаний; владеет методами машинного обучения для работы с массивами данных ДЗЗ |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Контролируемые разделы / темы дисциплины | Коды и этапы формирования компетенций  | Оценочные средства  |
| текущий контроль | промежуточная аттестация |
| 1 | Раздел I. Динамика вращения твердого тела | ОК-3ОПК-1ОПК-2 | знает  | собеседование, круглый стол | Экзаменационные вопросы в форме собеседования |
| умеет | мастер-класс |
| владеет | защита практических работ |
| 2 | Раздел II. Механика космического полета | ОК-3ОПК-1ОПК-2 | знает  | собеседование, круглый стол |
| умеет | мастер-класс |
| владеет | защита практических работ |
| 3 | Раздел III. Обработка измерений и математическая статистика |  ОК-3ОПК-1ОПК-2 | знает  | собеседование, круглый стол |
| умеет | мастер-класс |
| владеет | защита практических работ |

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

**Текущая аттестация студентов.**

Текущая аттестация студентов проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий: собеседование, круглый стол, мастер-класс, защита практических работ.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

- степень усвоения теоретических знаний;

- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

- результаты самостоятельной работы.

**Промежуточная аттестация студентов.**

Промежуточная аттестация студентов проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Промежуточная аттестация предусматривает устный опрос.

**Зачетно-экзаменационные материалы**

При оценке знаний студентов итоговым контролем учитывается объем знаний, качество их усвоения, понимание логики учебной дисциплины, место каждой темы в курсе. Оцениваются умение свободно, грамотно, логически стройно излагать изученное, способность аргументировано защищать собственную точку зрения.

**Список вопросов и заданий к экзамену**

1. Понятие абсолютно твердого тела. Матрица направляющих косинусов. Угловая скорость.
2. Формула распределения скоростей в твердом теле (формула Эйлера).
3. Формула распределения ускорений в твердом теле (формула Ривальса).
4. Теорема о локальной производной.
5. Формулы сложного движения.
6. Аксиомы Ньютона и задачи механики.
7. Теорема Кенига.
8. Теоремы об изменении основных динамических величин.
9. Тензор инерции. Главные оси.
10. Эллипсоид инерции. Кинетический момент твердого тела.
11. Углы Эйлера. Кватернионы.
12. Динамические уравнения Эйлера. Регулярная прецессия в случае Эйлера и Лагранжа.
13. Устойчивость по Ляпунову.
14. Теорема Лагранжа-Дирихле.
15. Теоремы Ляпунова о неустойчивости.
16. Асимптотическая устойчивость. Критерий Рауса-Гурвица.
17. Теорема об устойчивости по линейному приближению.
18. Теоремы прямого метода Ляпунова.
19. Момент сил аэродинамического сопротивления и сил светового давления. Момент, возникающий при взаимодействии магнитного диполя спутника с геомагнитным полем.
20. Уравнения движения: первые интегралы, их следствия и связь с законами Кеплера, уравнение орбиты, компоненты скорости.
21. Уравнение Кеплера: вывод уравнения, итерационный метод решения, параболическое и гиперболическое движения.
22. Элементы орбиты: определение орбиты по наблюдениям, улучшение орбиты.
23. Движения трёх тел, взаимодействующих по закону тяготения Ньютона. Гравитационная задача N тел.
24. Сведение задачи трех тел к задаче двух тел - полное решение.
25. Критерий Тиссерана, точки либрации, их устойчивость, поверхности нулевой скорости.
26. Движение в атмосфере: эволюция орбиты, парадокс спутника.
27. Формации спутников.
28. Понятия локальных методов определения движения.
29. Основные типы источников ошибок измерений
30. Нормальное распределение вероятности ошибок измерений.
31. Методы среднеквадратичной фильтрации для линейных систем.
32. Метод нормальных мест и аккумулятивный фильтр Гаусса.
33. Методы фильтрации для нелинейных систем.

**Критерии выставления оценки студенту на зачете/экзамене**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Баллы(рейтинговойоценки) | Оценкаэкзамена | Требования к сформированным компетенциям |
| 100-86 | «отлично» | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно связывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач по методологии научных исследований. |
| 85-76 | «хорошо» | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. |
| 71-61 | «удовлетворительно» | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.  |
| 60-50 | «неудовлетворительно» | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала по, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |