

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**

(ДВФУ)

**ШКОЛА ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ**

|  |  |
| --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО  Руководитель ОП    А.Н. Жирабок  «17» июня .2019 г. |  |

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

**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 18 час.

практические занятия 46 час.

лабораторные работы 0 час.

всего часов аудиторной нагрузки 64 час.

самостоятельная работа 80 час.

контрольные работы программой не предусмотрены

курсовая работа/проект – не предусмотрено

зачет –1 семестр

экзамен не предусмотрено учебным планом

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.ф.-м.н., доцент О.Н. Любимова

**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](#_p1zg47ycrltw) 3

[СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА](#_dggt5xqi2y79) 5

[СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА](#_w1bttzy90u34) 6

[УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ](#_cijxyk3rfd99) 10

[КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА](#_i88bb93g5xsd) 10

[СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ](#_834b2umv7gde) 11

[МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ](#_b0z9w7jjqlcq) 12

[МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ](#_682ya88qo8rk) 13

[УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ](#_71uvhfhix1fn) 16

[ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ](#_ahokz92km3kh) 22

# АННОТАЦИЯ

**Теоретические основы конструирования космических систем**

**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.03).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 часа, 4 зачетные единицы. Учебным планом предусмотрены: лекционные занятия (18 часов), практические занятия (46 часов), самостоятельная работа студента (80 час, в том числе на подготовку к экзамену 0 часов). Дисциплина реализуется на 1 курсе в 1 семестре. Форма контроля по дисциплине - зачет.

**Дисциплина реализуется** Школой цифровой экономики.

**Цель дисциплины:** научится прогнозировать динамику вращения твердого тела и проводить прочностные и тепловые расчеты конструкций космических аппаратов

**Задачи:**

* изучить основы кинематики и динамики твердого тела;
* научиться решать теоремы прямого метода Ляпунова;
* изучить основные принципы теории устойчивости Ляпунова и теории колебаний;
* изучить механику углового дв ижения спутника;
* изучить основные методы и подходы проведения прочностных расчетов.

**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 техники  ОПК-1.2.  Умеет использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности  ОПК-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 моделей  ОПК-2.2.  Умеет адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования  ОПК-2.3.  Владеет навыками представления и  аргументированной защиты результатов работы |

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Теоретические основы конструирования космических систем» 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. Основы прочностных и тепловых расчетов конструкций космических аппаратов** | **10** |
| **Тема 1. Основы теории теплопроводности. Тепловые расчеты.**  Термины, определения, обозначения. Основные соотношения и уравнения. Способы расчета теплопроводности, теплопередачи. Тепловой баланс. Используемые материалы. Существующие компоновочные схемы аппаратов. | 2 |
| **Тема 2. Особенности эксплуатации аппаратов с точки зрения терморегулирования**  Стандартные околоземные орбиты. Проблемы эксплуатации спутников. Условия эксплуатации на околоземных орбитах. Тепловые воздействия при запуске на орбиты. | 2 |
| **Тема 3. Примеры систем терморегулирования**  Термины, определения, обозначения. Спутники, стабилизированные вращением. Спутники, стабилизированные по трем осям. Аккумуляторные батареи. Антенные системы. Датчики системы определения ориентации. Панели солнечных батарей. | 2 |
| **Тема 4. Тепловые поверхности**  Виды поверхностей. Основные характеристики, способы применения, эффективность. Деградация в процессе эксплуатации. Причины и скорость деградации. | 2 |
| **Тема 5. Экранно-вакуумная теплоизоляция**  Виды экранно-вакуумной теплоизоляции (ЭВТИ). Примеры использования. Эффективность использования. Требования к разработке. Материалы. Прикрепление к поверхностям. Производство. Дегазация и очистка. | 2 |
| **Раздел II. Теория автоматического управления** | **8** |
| **Тема №6.** **Основные сведения из курса высшей математики**  Обозначения, термины и определения. Преобразования Лапласа, Карсона-Хевисайда и Фурье. | 1 |
| **Тема №6.** **Виды систем автоматического регулирования**  Понятие о замкнутых автоматических системах. Классификация автоматических систем по характеру внутренних динамических процессов. Примеры непрерывных автоматических систем. Примеры дискретных и релейных автоматических систем. | 1 |
| **Тема №7.** **Программы и законы регулирования. Адаптивные системы**  Программы регулирования. Линейные и нелинейные законы регулирования. Системы с переменной структурой. Системы с самонастройкой программы. Системы с самонастройкой параметров | 2 |
| **Тема №8.** **Линеаризация дифференциальных уравнений систем автоматического регулирования**  Линеаризация уравнений. О записи линеаризованных уравнений звеньев | 1 |
| **Тема №9.**  **Динамические звенья и их характеристики**  Общие понятия. Временные характеристики. Частотная передаточная функция и частотные характеристики. Логарифмические частотные характеристики. Позиционные звенья. Интегрирующие звенья. Дифференцирующие звенья. | 2 |
| **Тема №10. Составление исходных дифференциальных уравнений систем автоматического регулирования**  Общий метод составления исходных уравнений. Передаточные функции систем автоматического регулирования. Законы регулирования. Использование структурных схем и графов. Многомерные системы регулирования. Управляемость и наблюдаемость. Уравнения следящей системы. | 1 |
| **Итого** | **18** |

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

|  |  |
| --- | --- |
| **Название практической работы** | **Ак. ч.** |
| **Раздел I. Основы прочностных и тепловых расчетов конструкций космических аппаратов** | **20** |
| **Практическая работа №1. Основы теории теплопроводности. Тепловые расчеты**  Разработка простейшей модели расчета теплового баланса простого геометрического тела с заданными характеристиками поверхностей и теплопроводности. | 1 |
| **Практическая работа №2. Особенности эксплуатации аппаратов с точки зрения терморегулирования**  Расчет простейшего примера: спутник простейшей формы с заданным типом поверхности, заданной циклограммой работы бортовых систем, находится на заданной низкой околоземной орбите, рассчитать его тепловой баланс. | 1 |
| **Практическая работа №3. Примеры систем терморегулирования**  Обзор систем терморегулирования современных спутников на примере одного их них. Существующие решения. | 1 |
| **Практическая работа №4. Тепловые поверхности**  Расчет примера: спутник простейшей формы с различными типами поверхности находится на заданной низкой околоземной орбите, рассчитать его тепловой баланс, провести сравнительный анализ результатов расчетов. | 1 |
| **Практическая работа №5.** **Экранно-вакуумная теплоизоляция**  Расчет примера: спутник простейшей формы с различными вариантами расположения ЭВТИ находится на заданной низкой околоземной орбите; рассчитать его тепловой баланс, провести сравнительный анализ результатов расчетов. | 1 |
| **Семинар №1. Посадочные поверхности и интерфейсы**  Виды интерфейсов. Основные характеристики, способы применения, эффективность. Болтовые соединения. Использование прокладок, термопаст и других заполнителей. Тепловые мосты. Термоизоляция. Композитные и полимерные интерфейсы.  Способы обеспечения теплового баланса: жалюзи, радиаторы, нагреватели, тепловые переключатели, материалы с фазовым переходом, охлаждающие контуры, термоэлектрические охладители, тепловые трубы. | 1 |
| **Практическая работа №6. Анализ теплового состояния аппарата**  Подход к проблеме терморегулирования на различных этапах разработки аппарата. Обзор процесса разработки и анализа системы терморегулирования. Основы температурного моделирования космической техники. Пример расчетов теплового баланса. Допуски и погрешности. Основные инструменты для моделирования. Анализ теплового состояния спутника-кубсата. Выбор способа для обеспечения его терморегулирования. | 1 |
| **Практическая работа №7. Испытания систем терморегулирования**  Основные определения. Моделирование среды. Используемое оборудование. Программа испытаний. Тестирование блоков, подсистем, полезной нагрузки. Комплексное тестирование. Тестирование на полигоне перед стартом. Составление программы испытаний кубсата. Проведение отдельных видов испытаний на стенде. | 1 |
| **Практическая работа №8. Основы сопромата. Расчеты на прочность**  Термины, определения, обозначения. Основные соотношения и уравнения. Виды нагрузок. Способы расчета на прочность. Инструментарий, основные программные моделирующие комплексы. Разработка простейшей модели расчета на прочность конструкции с заданными характеристиками. | 1 |
| **Практическая работа №9. Особенности эксплуатации аппаратов с точки зрения механических нагрузок.**  Нагрузки при транспортировке. Нагрузки при выведении спутника на орбиту. Эксплуатация на околоземной орбите. Базовые принципы расчета конструкций. Количественная оценка основных факторов, действующих на кубсат при транспортировке, выведении на орбиту и эксплуатации. | 1 |
| **Практическая работа №10. Определение нагрузок при выведении спутника на орбиту**  Статические и квазистатические нагрузки. Синусоидальные вибрации. Случайные вибрации и виброакустика. Удары. Методология расчета, анализа и проведения испытаний, основные соотношения. Расчет на прочность одного из узлов кубсата при выведении на орбиту. | 2 |
| **Практическая работа №11. Стабильность размеров конструкций**  Анализ поведения конструкций с высокими требованиями к стабильности при различных видах условий эксплуатации: механических нагрузок, температуры, влажности, вакуума, радиации и химических условий. Количественная оценка влияния факторов, влияющих действующих на конструкцию оптико-электронной системы съемки земли из космоса, установленной на борту кубсата, на точность получаемых с нее данных. | 2 |
| **Практическая работа №12. Условия микрогравитации и микровибраций**  Условия эксплуатации на орбите. Особенности систем, требующих ограниченных механических нагрузок при эксплуатации на орбите, эксперименты по микрогравитации. Высокодетальные оптико-электронные системы съемки Земли из космоса. Механический расчет конструкции оптико-электронной системы съемки земли из космоса, установленной на борту кубсата. | 2 |
| **Практическая работа №13. Расчет конструкции на механические нагрузки**  Логика и последовательность расчета. Комплексный анализ. Критерии оценки. Математические модели для анализа нагрузок. Метод конечных элементов. Верификация расчетов. Оценка точности методов. Комплексный расчет конструкции кубсата на механические нагрузки. Определение частот собственных колебаний. | 2 |
| **Практическая работа №14. Наземные испытания конструкции на механические нагрузки**  Аппаратура для наземных испытаний. Программа и методика испытаний. Сравнение с расчетами. Разработка программы и методики испытаний кубсата на механические нагрузки. Проведение испытаний, анализ полученных данных. | 2 |
| **Раздел II. Теория автоматического управления** | **26** |
| **Практическая работа №15. Знакомство со средой численного моделирования MathLab**  Среда численного моделирования Матлаб. Среда Simulink. Основные возможности и функции. Составление кинематических уравнений вращательного движения спутника относительно центра масс в MathLab. | 2 |
| **Практическая работа №16. Адаптивные системы**  Основные функции. Маховичное управление ориентацией спутника. Составление динамических уравнений вращательного движения спутника относительно центра масс (MathLab). | 2 |
| **Практическая работа №17. Линеаризация дифференциальных уравнений**  Система уравнений движения спутника относительно центра масс. Линеаризация вблизи требуемого положения равновесия. Составление линеаризованной системы уравнений движения. Численное моделирование. | 2 |
| **Практическая работа №18. Составление исходных дифференциальных уравнений**  Составление линеаризованной системы уравнений движения в Simulink. Численное моделирование. | 2 |
| **Практическая работа №19. Критерии устойчивости**  Понятие об устойчивости систем регулирования. Критерий устойчивости Гурвица. Критерий устойчивости Михайлова. Построение областей устойчивости. D-разбиение. Критерий устойчивости Найквиста. Среда численного моделирования Матлаб: исследование на устойчивость линеаризованной системы уравнений движения. | 2 |
| **Практическая работа №20. Построение кривой переходного процесса в системах автоматического регулирования**  Общие соображения. Непосредственное решение исходного дифференциального уравнения. Сведение неоднородного уравнения к однородному. Использование преобразований Фурье, Лапласа и Карсона — Хевисайда. Использование вещественных частотных характеристик. | 2 |
| **Практическая работа №21. Оценка качества регулирования**  Общие соображения. Точность в типовых режимах. Коэффициенты ошибок. Определение запаса устойчивости и быстродействия по переходной характеристике. Приближенная оценка вида переходного процесса по вещественной частотной характеристике. Корневые методы. Диаграмма Вышнеградского. Интегральные оценки. Частотные критерии качества. Чувствительность систем регулирования. | 2 |
| **Практическая работа №22.** **Повышение точности систем автоматического регулирования**  Общие методы. Теория инвариантности и комбинированное управление. Неединичные обратные связи. Применение теории к линеаризованной системе уравнений движения. Численное моделирование. | 2 |
| **Практическая работа №23. Улучшение качества процесса регулирования**  О корректирующих средствах. Последовательные корректирующие звенья. Параллельные корректирующие звенья. Обратные связи. Методы повышения запаса устойчивости. Применение теории к линеаризованной системе уравнений движения. Численное моделирование. | 2 |
| **Практическая работа №24. Случайные процессы в системах автоматического регулирования**  Вводные замечания. Случайные процессы. Стационарные случайные процессы. Корреляционная функция. Спектральная плотность стационарных процессов. Канонические разложения случайных функций. Прохождение случайного сигнала через линейную систему. Расчет установившихся ошибок в автоматических система. Расчеты по минимуму среднеквадратичной ошибки. Применение теории к линеаризованной системе уравнений движения. Численное моделирование. | 4 |
| **Практическая работа №25. Методы синтеза систем автоматического регулирования**  Общие соображения. Корневой метод. Метод корневых годографов. Метод стандартных переходных характеристик. Метод логарифмических амплитудных характеристик. Синтез систем автоматического регулирования на основе частотных критериев качества. Применение теории к линеаризованной системе уравнений движения. Численное моделирование. | 4 |
| **Итого** | **46** |

# 

# 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. Основы прочностных и тепловых расчетов конструкций космических аппаратов | ОК-3  ОПК-1  ОПК-2 | знает | собеседование, круглый стол | Экзаменационные вопросы в форме собеседования |
| умеет | мастер-класс |
| владеет | защита практических работ |
| 2 | Раздел II. Теория автоматического управления | ОК-3  ОПК-1  ОПК-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. Моделирование основных характеристик и процессов функционирования космических аппаратов / В. И. Баженов, М. И. Осин, Ю. В. Захаров, Москва : Машиностроение, 1985, 240 c.
2. Комплексная автоматизация мониторинга состояния космических средств на основе интеллектуальных информационных технологий / О. В. Майданович, М. Ю. Охтилев, Б. В. Соколов [и др.], [Москва] : Новые технологии, 2011, 32 c.
3. Damage Growth in Aerospace Composites [Electronic resource] / Aniello Riccio, Springer International Publishing, 2015, <http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-3-319-04004-2>
4. Shock & Vibration, Aircraft/Aerospace, and Energy Harvesting, Volume 9 [Electronic resource] / Alfred Wicks, Springer International Publishing, 2015, <http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-3-319-15233-2>

**Дополнительная литература**

*(печатные и электронные издания)*

1. The International Handbook of Space Technology [Electronic resource] / Malcolm Macdonald, Viorel Badescu, Springer Berlin Heidelberg, 2014, http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-3-642-41101-4
2. Модель космоса [в 2 т.] : т. 2 . Воздействие космической среды на материалы и оборудование космических аппаратов / Московский государственный университет, Научно-исследовательский институт ядерной физики ; под ред. Л. С. Новикова, М. И. Панасюка, 8-е изд., Москва : Университет, 2007, 252 c.
3. Синтез активных систем виброизоляции на космических объектах / Л.А.Рыбак,А.В.Синев,А.И.Пашков; Ин-т машиноведения,РАН, М. : Янус-К, 1997, 159 c.

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

1. Вводный курс о конструировании космической техники: https://stepik.org/course/2119
2. https://www.youtube.com/watch?v=He8mxEqrjW0
3. Всё об орбитальной механике. Как запускают спутники (введение). <https://www.youtube.com/watch?v=YvbB4S5NiX8>
4. Антон Громов - Орбитальная механика (введение). <https://www.youtube.com/watch?v=41PZR87IAwE>
5. Основы движения космического аппарата, часть 1. <https://www.youtube.com/watch?v=e0d1xY4NXX0>
6. Основы движения космического аппарата, часть 2. <https://www.youtube.com/watch?v=d-hGeNOLlcQ>
7. Механизмы, приводы, моторы и редукторы. <https://www.edx.org/course/robotics-locomotion-engineering-pennx-robo4x>
8. Детали машин и основы конструирования. <https://openedu.ru/course/misis/DETMACH/>
9. Русскоязычные уроки по Solidworks 2016. <https://www.youtube.com/watch?v=MbztdPnxmxo&list=PLjc_5eNylKgorMZe69sDxI4OFO3OUNXK4>

**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-out  2 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).  **Лаборатория микроспутников и космической мехатроники**  **Аэродинамический подвес малой грузоподъёмности с колонной и компрессором без подвижной платформы малой грузоподъемности**  Аэродинамический подвес предназначен для имитации невесомости, а именно для имитации свободного движения в трёх вращательных степенях. Грузоподъёмность аэродинамического подвеса не менее 35 кг. Аэродинамический подвес обеспечивает возможность осуществлять поворот на неограниченный угол вокруг вертикальной оси и на угол до 30° вокруг любой из горизонтальных осей. Арретирующее микролифтовое устройство фиксирует подвижную часть подвеса (съемная поворотная платформа) как при ручном включении, так и автоматически для защиты от сбоев системы электропитания при выполнении эксперимента. Максимальный момент трения в подвесе, возникающий при вращении со скоростью не более 10°/с, не превышает 10-6 Н∙м. Аэродинамический подвес функционирует при изменении давления подаваемого сжатого воздуха в диапазоне от 5 до 7 атмосфер. Подача сжатого воздуха обеспечивается безмасляным компрессором с устройством предварительной подготовки воздуха.  **Инженерная модель космического аппарата CubeSat 3U**  (корпус, система энергопитания с кремниевыми солнечными панелями, приемо-передатчик, антенна) с блоком ориентации и стабилизации (маховики, электромагнитные катушки, Солнечные датчики, датчик угловой скорости, магнитометр, бортовой компьютер управления). Материнская плата: напряжение питания 5В, цифровые интерфейсы PC-104, бортовая шина CAN2B x 2; ПН: SPI х2,USB 2.0, I2C, UART, потребляемая мощность 0.5 Вт, Масса 55 г, Диапазон рабочих температур -25...+80°С.  Вычислительное ядро: Модель Raspberry-Pi, напряжение питания 5В, процессор ARM v6, ОЗУ 512 Мб LPDDR2, ПЗУ 4 Гб Flash built-in eMMC, Интерфейсы (через PC-104 материнской платы) USB high-speed, UART x2, SPI, I2C, потребляемая мощность, макс 0.39 Вт на 1 ГГц, масса 6 г, Габариты 67.6 х 30 х 3.7 мм, Диапазон рабочих температур -25...+80°С. УКВ – приемопередатчик: напряжение питания 5В, Рабочая частота 434-436 МГц, Скорость передачи данных 9600 бит/с Тип модуляции GMSK, входная мощность 30 дБм (1 Вт), Чувствительность -119 дБм (тип.), Масса 43г, Габариты 90 х 96 х 15, Цифровой интерфейс CAN2B, Диапазон рабочих температур -40...+85°С. Раскладываемая антенна: рабочие частоты 435..438 МГц, поляризация, круговая RHCP, диаграмма направленности торообразная, волновое сопротивление 50 Ом, тип ВЧ разъема SMA, система раскрытия Встроенная, температурный диапазон -60..+100°С, аккумуляторные батареи, тип LiFePO4, напряжение 6.0..7.4 В, максимальный ток 3 А, ток заряда 3 А, емкость 4.4 А\*ч, управление температурой 2-х канальный нагреватель, потребление цифрового контроллера 10 мВт, цфровой интерфейс UART (через PC-104), масса 200 г, Габариты 90 х 96 х 18 мм, Рабочие температуры -30...+60°С. Солнечные панели: выходная мощность Si 0,9 Вт, напряжение Si 4 В, встроенные электромагнитные катушки ориентации 1.9 м2, 200 Ом, 6В (номинальное)  соединение в 2U и 3U, Масса 40 г, габариты 90 х 96 х 2.1 мм, Диапазон рабочих температур -40..85 °С, Система энергопитания  Подключаемая АБ 4 аккумулятора LiFePO4 18650 мА, Совместимость с СБ Si или GaAs, Подключение электромагнитных катушек (через PC-104 и материнскую плату) 3 катушки (встроены в СБ), Цифровой интерфейс CAN2B х 2. Телеметрия состояния АБ, ФЭП, портов питания Коммутатор 4 порта 6..7.4 В, 1.5 А max Масса 50 г Габариты 96 х 90 х 15 мм Сервисная панель Вынесенные разъемы RBF (подключен к АБ); Сервисный разъем CAN2B х2, Коммутируемый отладочный интерфейс к каждому устройству Подключение внешнего ЗУ Габариты 90 х 96 х TBD, Рабочие температуры -40...+60°С  RBF разъем Габариты 19 х36 мм Диапазон рабочих температур -40...+60°С  **Учебный конструктор спутника OrbiCraft**  Шин обмена данными типа RS-485, библиотека пользователя на языке C, библиотеки пользователя на языке Python, совместимых спутниковых платформ класса CubeSat (единый интерфейс пользователя, единая библиотека программирования), Бортовой компьютер с поддержкой библиотеки Libschsat, web интерфейса, программирования на языках C и Python, Двигатель-маховик, Система энергопитания (выходное напряжение 5, 7В), Солнечный датчик, Имитатор солнечной батареи, УКВ-приемопередатчик наземный, УКВ-приемопередатчик бортовой, Высокоскоростной приемник, Высокоскоростной передатчик, Датчик угловой скорости, Камера , Магнитометр, Тестер шлейфов, Уголки, Подвес (рым болт), Разъемы DB-9F на шлейф, Разъемы DB-9M на шлейф, Сетевой адаптер СЭП (12В), Адаптер наземного сегмента сети (USB-RS485), Шлейф,  Нить для подвеса конструктора, Наклейки солнечных батарей, Винты М3х10, Винты М3х8, Гайка барашковая М6, Шайба М6, Гровер М6, Карабин, Программное обеспечение, Центр управления полетом,  **Ответный наземный приемо-передатчик инженерной модели космического аппарата CubeSat 3U**  Напряжение питания 5В, Рабочая частота 434-436 МГц, Скорость передачи данных 9600 бит/с, Тип модуляции GMSK, Выходная мощность 30 дБм (1 Вт), Чувствительность -119 дБм (тип.), Масса 43г, Габариты 90 х 96 х 15, Цифровой интерфейс CAN2B, Диапазон рабочих температур -40...+85°С.  **Программное обеспечением «SX-GroundControl-Houston» для выдачи команд управления и получения телеметрии**  Количество подключаемых УКВ приемопередатчиков спутников формата CubeSat не менее 1 шт  Количество поддерживаемых шин CAN для выдачи команд и мониторинга телеметрии приборов не менее 1шт  Количество выводимых графиков телеметрии спутника CubeSat в реальном времени не менее 1шт |

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 | 18 | Собеседование, доклад, опрос |
| 2 | Подготовка и выполнение практических занятий | 50 | Защита практической работы |
| 3 | Подготовка к семинарам | 2 | Защита практической работы |
| 4 | Подготовка к текущей аттестации | 10 | Конспекты и журнал практических работ |
|  | Итого | 80 |  |

**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 способностью 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 в профессиональной 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 своих профессиональных качеств в смежных областях. |
| ОПК-1 способностью 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 при  решения 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 решению  научно-технических проблем. |
| ОПК-2 владением 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. Основы прочностных и тепловых расчетов конструкций космических аппаратов | ОК-3  ОПК-1  ОПК-2 | знает | собеседование, круглый стол | Экзаменационные вопросы в форме собеседования |
| умеет | мастер-класс |
| владеет | защита практических работ |
| 2 | Раздел II. Теория автоматического управления | ОК-3  ОПК-1  ОПК-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. Основы теории теплопроводности. Тепловые расчеты.
2. Способы расчета теплопроводности, теплопередачи. Тепловой баланс. Используемые материалы.
3. Особенности эксплуатации аппаратов с точки зрения терморегулирования
4. Стандартные околоземные орбиты. Проблемы эксплуатации спутников.
5. Условия эксплуатации на околоземных орбитах. Тепловые воздействия при запуске на орбиты.
6. Термины, определения, обозначения. Спутники, стабилизированные вращением. Спутники, стабилизированные по трем осям. Аккумуляторные батареи.
7. Антенные системы. Датчики системы определения ориентации. Панели солнечных батарей.
8. Виды поверхностей. Основные характеристики, способы применения, эффективность.
9. Виды экранно-вакуумной теплоизоляции (ЭВТИ). Материалы. Прикрепление к поверхностям. Производство. Дегазация и очистка.
10. Особенности эксплуатации космических аппаратов с точки зрения терморегулирования
11. Систем терморегулирования. Обзор систем терморегулирования современных спутников на примере одного их них.
12. Экранно-вакуумная теплоизоляция
13. Болтовые соединения.
14. Использование прокладок, термопаст и других заполнителей.
15. Тепловые мосты. Термоизоляция.
16. Композитные и полимерные интерфейсы.
17. Способы обеспечения теплового баланса: жалюзи, радиаторы, нагреватели, тепловые переключатели, материалы с фазовым переходом, охлаждающие контуры, термоэлектрические охладители, тепловые трубы.
18. Анализ теплового состояния аппарата
19. Испытания систем терморегулирования
20. Основы сопромата. Расчеты на прочность
21. Особенности эксплуатации аппаратов с точки зрения механических нагрузок.
22. Определение нагрузок при выведении спутника на орбиту
23. Стабильность размеров конструкций
24. Условия микрогравитации и микровибраций
25. Условия эксплуатации на орбите. Особенности систем, требующих ограниченных механических нагрузок при эксплуатации на орбите, эксперименты по микрогравитации.
26. Расчет конструкции на механические нагрузки. Логика и последовательность расчета. Комплексный анализ. Критерии оценки.
27. Наземные испытания конструкции на механические нагрузки
28. Преобразования Лапласа, Карсона-Хевисайда и Фурье.
29. Понятие о замкнутых автоматических системах. Классификация автоматических систем по характеру внутренних динамических процессов. Примеры непрерывных автоматических систем.
30. Линейные и нелинейные законы регулирования. Системы с переменной структурой. Системы с самонастройкой программы. Системы с самонастройкой параметров
31. Линеаризация дифференциальных уравнений систем автоматического регулирования
32. Частотная передаточная функция и частотные характеристики. Логарифмические частотные характеристики.
33. Позиционные звенья. Интегрирующие звенья. Дифференцирующие звенья.
34. Составление исходных дифференциальных уравнений систем автоматического регулирования
35. Передаточные функции систем автоматического регулирования.
36. Законы регулирования. Использование структурных схем и графов.
37. Многомерные системы регулирования. Управляемость и наблюдаемость. Уравнения следящей системы.
38. Составление кинематических уравнений вращательного движения спутника относительно центра масс.
39. Маховичное управление ориентацией спутника. Составление динамических уравнений вращательного движения спутника относительно центра масс.
40. Линеаризация дифференциальных уравнений
41. Система уравнений движения спутника относительно центра масс.
42. Составление исходных дифференциальных уравнений
43. Составление линеаризованной системы уравнений движения в Simulink. Численное моделирование.
44. Понятие об устойчивости систем регулирования. Критерий устойчивости Гурвица. Критерий устойчивости Михайлова.
45. Кривая переходного процесса в системах автоматического регулирования
46. Использование преобразований Фурье, Лапласа и Карсона — Хевисайда.
47. Использование вещественных частотных характеристик.
48. Определение запаса устойчивости и быстродействия по переходной характеристике.
49. Повышение точности систем автоматического регулирования
50. Теория инвариантности и комбинированное управление.
51. Последовательные корректирующие звенья. Параллельные корректирующие звенья. Обратные связи.
52. Методы повышения запаса устойчивости. Применение теории к линеаризованной системе уравнений движения. Численное моделирование.
53. Случайные процессы в системах автоматического регулирования
54. Методы синтеза систем автоматического регулирования.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Оценка  экзамена | Требования к сформированным компетенциям |
| «Зачтено» | «Зачтено» 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. |
| «Не зачтено» | «Не зачтено» 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. |