**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# КОНСТРУКЦИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные системы и комплексы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра радиотехнических систем (РТС)**
Курс: **5**
Семестр: **10**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 10 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| Самостоятельная работа | 92 | 92 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 144 | часов |
| | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Зачет с оценкой | 10 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 70757

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Изучение конструкций космических аппаратов, получение инженерных знаний и решение задач оптимизации существующих и новых технических решений в области разработки и конструирования космических аппаратов.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование у студентов компетенции, позволяющей изучить общие принципы конструирования, проектирования и функционирования изделий и систем космических аппаратов различного назначения.
2. Изучение факторов космического пространства и их влияния на работу элементов конструкции космических аппаратов.
3. Формирование навыков моделирования и расчета проектных характеристик космических аппаратов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль специализации (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.ДВ.03.02.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| ПК-7. Способен решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ | ПК-7.1. Знает методы оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности | Знать состав устройств и конструктивно-компоновочные схемы основных типов КА. |
| | ПК-7.2. Умеет применять современный математический аппарат для решения задачи оптимизации | Уметь анализировать условия нахождения конструкций КА при полете в атмосфере Земли, планет и космосе с целью обоснования их оптимального выбора. |
| | ПК-7.3. Владеет методами оптимизации проектируемых радиоэлектронных систем и комплексов | Владеть основами инженерных методов выбора и расчета конструкций КА различных типов. |

Согласована на портале № 70757

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 10 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 52 | 52 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 92 | 92 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 36 | 36 |
| Подготовка к тестированию | 36 | 36 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 20 | 20 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 144 | 144 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 4 | 4 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **10 семестр** | | | | | | |
| 1 Общая характеристика конструкций КА | 2 | 2 | 4 | 13 | 21 | ПК-7 |
| 2 Внутренние функции конструкции КА | 2 | - | - | 8 | 10 | ПК-7 |
| 3 Внешние функции конструкции КА | 2 | 4 | - | 8 | 14 | ПК-7 |
| 4 Факторы, влияющие на конструкцию КА | 2 | 4 | - | 8 | 14 | ПК-7 |
| 5 Конструкции корпуса КА | 2 | 4 | 4 | 13 | 23 | ПК-7 |
| 6 Определение проектно-конструкторского облика КА | 2 | 2 | 4 | 13 | 21 | ПК-7 |
| 7 Классификация двигательных установок | 2 | - | 4 | 13 | 19 | ПК-7 |
| 8 Анализ оптимальной конфигурации несущей конструкции КА | 2 | - | - | 8 | 10 | ПК-7 |
| 9 Показатели конструктивно-технологического совершенства космических аппаратов | 2 | 2 | - | 8 | 12 | ПК-7 |
| Итого за семестр | 18 | 18 | 16 | 92 | 144 | |
| Итого | 18 | 18 | 16 | 92 | 144 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Согласована на портале № 70757

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **10 семестр** | | | |
| 1 Общая характеристика конструкций КА | Общие принципы проектирования КА, методы проектирования КА, требования, предъявляемые к конструкции КА. | 2 | ПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Внутренние функции конструкции КА | Обеспечение прочности и жесткости конструкции. Эксплуатационная и разрушающая нагрузки. Коэффициент безопасности. Подходы к определению коэффициента безопасности: детерминистический, вероятностный, оптимизационный. Постановка и общая схема решения задача нахождения рационального распределения материала. Обеспечение высокой технологичности конструкции. | 2 | ПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Внешние функции конструкции КА | Анализ конструктивно-компоновочных схем КА. Влияние внутренней и внешней компоновки КА на облик его конструкции. Примеры конструктивно-компоновочной схемы КА. Конструктивно-компоновочные схемы космического корабля «Союз». | 2 | ПК-7 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 70757

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Факторы, влияющие на конструкцию КА | Силовые нагрузки, возникающие при движении КА в атмосфере. Перегрузка. Траекторные и динамические составляющие перегрузок. Потребные и располагаемые перегрузки. Расчетные режимы полета КА в атмосфере. Тепловые нагрузки, возникающие при движении КА в атмосфере. Воздействие нагрева на конструкцию КА. Температурные напряжения. Изменение жесткости конструкции, вызванное нагревом. Защита от нагрева. Аэродинамические способы борьбы с нагревом. Вибрационные и ударные нагрузки. Меры защиты от вредного воздействия вибрационных и ударных нагрузок. Факторы, воздействующие на конструкцию КА в космосе: невесомость, влияние глубокого вакуума, радиационное воздействие, электромагнитное воздействие, метеорная опасность, тепловые воздействия, инерционные нагрузки. | 2 | ПК-7 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 70757

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Конструкции корпуса КА | Назначение корпуса. Нагрузки, действующие на корпус КА. Требования к конструкции корпуса. Анализ конструктивно-силовых схем корпусов. Элементы силовой конструкции корпуса: обшивка, стрингеры, лонжероны, шпангоуты — функции и типовые сечения. Конструктивно-силовые схемы корпусов. Лонжеронный корпус. Стрингерный корпус. Бесстрингерные корпуса с однослойной и многослойной обшивкой. Конструктивно-технологические решения корпусов. Клепаные, клееклепаные, сварные соединения элементов корпуса. Типовые конструктивные решения узлов пересечения стрингеров и лонжеронов со шпангоутами. | 2 | ПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Определение проектно-конструкторского облика КА | Выбор внешнего вида КА, общие принципы компоновки систем КА, компоновка герметичных и негерметичных отсеков, проектирование КА с учетом предупреждения образования космического мусора, проектирование КА с учетом принципа преемственности развития. | 2 | ПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Классификация двигательных установок | Ракетные двигатели. Состав двигательной установки. Общая характеристика, назначение и область применения различных типов двигателей. Ракетные двигатели твердого топлива (РДТТ), Жидкостные ракетные двигатели. Ядерные ракетных двигателях. Электроракетные двигатели: плазменные ракетные двигатели и ионные ракетные двигатели. | 2 | ПК-7 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 70757

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 Анализ оптимальной конфигурации несущей конструкции КА | Анализ несущих конструкций с учетом преемственности развития КА, основы автоматизации компоновки КА, система компьютерных технологий компоновки КА. | 2 | ПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| 9 Показатели конструктивно-технологического совершенства космических аппаратов | Унифицированная космическая платформа, проектирование надежных КА, объемно-массовые и энергетические характеристики КА, формирование проектных данных на разработку конструкторской документации. | 2 | ПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **10 семестр** | | | |
| 1 Общая характеристика конструкций КА | Основные этапы развития ракетно-космической техники. | 2 | ПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Внешние функции конструкции КА | Обеспечение защиты конструкции от внешних воздействий и дестабилизирующих факторов. | 4 | ПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Факторы, влияющие на конструкцию КА | Факторы, определяющие конструкцию радиоэлектронных средств КА. | 4 | ПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Конструкции корпуса КА | Конструктивные схемы размещения основных радиоэлектронных систем различных типов КА. | 4 | ПК-7 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 70757

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Определение проектно-конструкторского облика КА | Порядок и этапы разработки конструкторской документации. | 2 | ПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| 9 Показатели конструктивно-технологического совершенства космических аппаратов | Содержание процесса конструирования. | 2 | ПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **10 семестр** | | | |
| 1 Общая характеристика конструкций КА | Основы устройства и функционирования космических аппаратов. | 4 | ПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Конструкции корпуса КА | Конструкции отсеков корпуса КА | 4 | ПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Определение проектно-конструкторского облика КА | Конструкция модуля полезной нагрузки | 4 | ПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Классификация двигательных установок | Конструкции ракетных двигателей. | 4 | ПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **10 семестр** | | | | |

Согласована на портале № 70757

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 Общая характеристика конструкций КА | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-7 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-7 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 5 | ПК-7 | Лабораторная работа |
| | Итого | 13 | | |
| 2 Внутренние функции конструкции КА | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-7 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-7 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |
| 3 Внешние функции конструкции КА | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-7 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-7 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |
| 4 Факторы, влияющие на конструкцию КА | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-7 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-7 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |
| 5 Конструкции корпуса КА | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-7 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-7 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 5 | ПК-7 | Лабораторная работа |
| | Итого | 13 | | |
| 6 Определение проектно-конструкторского облика КА | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-7 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-7 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 5 | ПК-7 | Лабораторная работа |
| | Итого | 13 | | |

Согласована на портале № 70757

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7 Классификация двигательных установок | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-7 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-7 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 5 | ПК-7 | Лабораторная работа |
| | Итого | 13 | | |
| 8 Анализ оптимальной конфигурации несущей конструкции КА | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-7 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-7 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |
| 9 Показатели конструктивно-технологического совершенства космических аппаратов | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-7 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-7 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |
| Итого за семестр | | 92 | | |
| Итого | | 92 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПК-7 | + | + | + | + | Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Тестирование |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| **10 семестр** | | | | |
| Зачёт с оценкой | 10 | 10 | 20 | 40 |
| Лабораторная работа | 5 | 10 | 15 | 30 |
| Тестирование | 5 | 10 | 15 | 30 |
| Итого максимум за период | 20 | 30 | 50 | 100 |
| Нарастающим итогом | 20 | 50 | 100 | 100 |

Согласована на портале № 70757

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 – 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 – 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 – 84 | C (хорошо) |
| | 70 – 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | |
| | 60 – 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Космические радиотехнические системы: Учебное пособие / Б. П. Дудко - 2012. 291 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1728.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Андрюшкин А.Ю., Галинская О.О., Сигаев А.Б. Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: учебное пособие. Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова. 2015. 104 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/75169.

2. Зимин В.Н., Борзых С.В. Механика трансформируемых крупногабаритных космических конструкций. В 2 частях. Часть 1: Солнечные батареи космических аппаратов: учеб. пособие Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. 2012. 67 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/58423.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Конструктивные методы обеспечения надежности бортовой космической радиоаппаратуры: Методические указания к практическим, лабораторным занятиям и самостоятельной работе / А. А. Чернышев - 2018. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8433.

2. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ: Методические указания к лабораторным работам по курсу «Конструкции космических аппаратов» для студентов радиотехнических специальностей / А. А. Мещеряков - 2023. 31 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10472.

Согласована на портале № 70757

3. Конструкции космических аппаратов: Методические указания по проведению практических занятий по курсу «Конструкции космических аппаратов» для студентов радиотехнических специальностей / А. А. Мещеряков — 2023. 75 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10493.

### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория систем спутниковой навигации: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 433 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Контрольно-испытательная станция КИРС-12 с бортовой спутниковой аппаратурой;
- Приемник сигналов GPS – SCA-12 (2 шт.);
- Приемник сигналов GPS и ГЛОНАСС – GB1000;
- Макет полезной нагрузки космического аппарата;
- Современные персональные компьютеры на базе IBM PC (5 шт.);
- Генератор Г 4-218 ВЧ сигналов;
- Генератор сигналов специальной формы GFG-3015;
- Антенны космических аппаратов;
- Анализатор спектра С4-27;
- Телевизор плазменный Samsung PS51E497;
- Генератор сигналов 33522B-CFG001;
- Лабораторный источник питания Mastech HY 3010E-2 (4 шт.);
- Осциллограф MSOX2024A-CFG001 (2 шт.);
- Имитатор бортовой радиоэлектронной аппаратуры 778.6113-0ПС;
- Цифровой осциллограф EZ Digital DS 1150;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Согласована на портале № 70757

Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория систем спутниковой навигации: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 433 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Контрольно-испытательная станция КИРС-12 с бортовой спутниковой аппаратурой;
- Приемник сигналов GPS – SCA-12 (2 шт.);
- Приемник сигналов GPS и ГЛОНАСС – GB1000;
- Макет полезной нагрузки космического аппарата;
- Современные персональные компьютеры на базе IBM PC (5 шт.);
- Генератор Г 4-218 ВЧ сигналов;
- Генератор сигналов специальной формы GFG-3015;
- Антенны космических аппаратов;
- Анализатор спектра С4-27;
- Телевизор плазменный Samsung PS51E497;
- Генератор сигналов 33522B-CFG001;
- Лабораторный источник питания Mastech HY 3010E-2 (4 шт.);
- Осциллограф MSOX2024A-CFG001 (2 шт.);
- Имитатор бортовой радиоэлектронной аппаратуры 778.6113-0ПС;
- Цифровой осциллограф EZ Digital DS 1150;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;

### 8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

Согласована на портале № 70757

### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Общая характеристика конструкций КА | ПК-7 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Внутренние функции конструкции КА | ПК-7 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Внешние функции конструкции КА | ПК-7 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Факторы, влияющие на конструкцию КА | ПК-7 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Согласована на портале № 70757

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Конструкции корпуса КА | ПК-7 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 6 Определение проектно-конструкторского облика КА | ПК-7 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 7 Классификация двигательных установок | ПК-7 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 8 Анализ оптимальной конфигурации несущей конструкции КА | ПК-7 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 9 Показатели конструктивно-технологического совершенства космических аппаратов | ПК-7 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |

Согласована на портале № 70757

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Аэродинамические и инерциальные нагрузки на КА возникают
   1. На пассивном участке полета
   2. При разделении ступеней РН
   3. Входа в атмосферу
   4. Посадки КА
2. Материалы, используемые в качестве теплозащиты должны выдерживать температуру
   1. 300 град
   2. 600 град
   3. 1200 град
   4. свыше 1200 град
3. Источник не оказывающий радиационного воздействия на электронные оболочки веществ
   1. Радиационные пояса Земли
   2. Световое излучение Солнца
   3. Карпускулярное излучение

Согласована на портале № 70757

4. Электромагнитное излучение Солнца

4. Для улучшения работы подвижных соединений конструкции КА в условиях глубокого вакуума не применяют
   1. Специальные консистентные смазки
   2. Высокооборотные трущиеся пары
   3. Низкооборотные трущиеся пары
   4. Самосмазывающиеся материалы
5. Суммарные затраты на разработку вновь создаваемого КА включает в себя кроме
   1. Затраты на запуск серийного изделия
   2. Затраты на проведение НИР
   3. Затраты на серийное (опытное) производство
   4. Затраты на ОКР, в том числе проведение автономных комплексных наземных и натурных испытаний
6. К задачам унификации конструкции КА не относится
   1. Минимизация затрат на разработку КА при заданном качестве
   2. Максимизация времени разработки КА при заданных затратах и качестве
   3. Максимизация качества КА при заданных затратах на производство
   4. Максимизация качества КА при заданных затратах и времени разработки
7. Корпус как несущий элемент КА, обеспечивающий надежную защиту от воздействия окружающей среды должен быть
   1. Стержневым
   2. Монококовым
   3. Трубчатым
   4. Балочным
8. Тип корпусной конструкции КА выбирается из соображений
   1. минимума массы конструкции
   2. максимума массы конструкции
   3. минимума размеров конструкции
   4. максимума размеров конструкции
9. В состав двигательной установки не входят:
   1. двигатель
   2. система терморегулирования топлива
   3. топливная система
   4. система регулирования тяги
10. Типовые элементы силового набора конструкции КА
    1. Стрингеры, шпангоуты
    2. Лонжероны, шпангоуты
    3. Стрингеры, лонжероны
    4. Стрингеры, шпангоуты, лонжероны

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Общие принципы проектирования КА.
2. Методы проектирования КА, требования, предъявляемые к конструкции КА.
3. Методы внутреннего проектирования конструкции КА.
4. Конструктивно-силовые схемы каркасированных отсеков и панельного корпуса КА.
5. Формирование номенклатуры показателей качества и целевой функции КА.
6. Структурная устойчивость внешней конструкции КА.
7. Нагрузки, действующие на КА, статические (квазистатические) нагрузки.
8. Нагружение конструкции при транспортировке, динамические нагружения КА.
9. Материалы, применяемые в конструкции КА, анализ выгодности применения материалов.
10. Виды материалов, применяемые в конструкции КА.

### 9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Основы устройства и функционирования космических аппаратов.
2. Конструкции отсеков корпуса КА
3. Конструкция модуля полезной нагрузки
4. Конструкции ракетных двигателей.

Согласована на портале № 70757

### 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается

Согласована на портале № 70757

доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 70757

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 5 от « 1 » 12 2022 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. РТС | А.А. Мещеряков | Согласовано, 5bbb058c-a625-4513-8e7f-25eb16694704 |
| Заведующий обеспечивающей каф. РТС | А.А. Мещеряков | Согласовано, 5bbb058c-a625-4513-8e7f-25eb16694704 |
| И.О. начальника учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73 |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. РТС | В.А. Громов | Согласовано, bbaa5b2b-4c38-484f-a5bb-85f9ddafe277 |
| Старший преподаватель, каф. РТС | Д.О. Ноздреватых | Согласовано, bd0039b0-9c48-4859-9803-60c9ddba7116 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Заведующий кафедрой, каф. РТС | А.А. Мещеряков | Разработано, 5bbb058c-a625-4513-8e7f-25eb16694704 |

Согласована на портале № 70757