МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ 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 космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **5**
Семестр: **10**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	10 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	34	34	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	68	68	часов
5	Самостоятельная работа	40	40	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 10 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 46943

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 12 от « 4 » 7 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. РТС	_____	А. А. Мещеряков
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Эксперты:

Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС)	_____	В. А. Громов
Старший преподаватель кафедры радиотехнических систем (РТС)	_____	Д. О. Ноздреватых

Согласована на портале № 46943

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение конструкций космических аппаратов,

получение инженерных знаний в области разработки и конструирования космических аппаратов.

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является формирование у студентов компетенции, позволяющей изучить общие принципы построения и функционирования космических аппаратов, а так же выбрать состав радиоэлектронных систем космического аппарата, соответствующих его назначению и предъявленным техническим требованиям.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Конструкции космических аппаратов» (Б1.Б.31.7) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Космическая баллистика, Космические системы, Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств, Физика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПСК-8.4 способностью выбрать состав радиоэлектронных систем космического комплекса, соответствующих его назначению и предъявленным техническим требованиям;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** состав устройств и конструктивно-компоновочные схемы основных типов КА

– **уметь** анализировать условия нахождения конструкций КА при полете в атмосфере Земли, планет и космосе с целью обоснования их выбора

– **владеть** основами инженерных методов выбора и расчета конструкций КА различных типов

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		10 семестр
Аудиторные занятия (всего)	68	68
Лекции	34	34
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	40	40
Оформление отчетов по лабораторным работам	10	10
Проработка лекционного материала	18	18
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	12
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

Согласована на портале № 46943

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
10 семестр						
1 Общая характеристика конструкций КА	2	2	4	5	13	ПСК-8.4
2 Внутренние функции конструкции КА	2	0	0	2	4	ПСК-8.4
3 Внешние функции конструкции КА	2	2	0	4	8	ПСК-8.4
4 Факторы, влияющие на КА	6	4	0	4	14	ПСК-8.4
5 Конструкции корпуса КА	4	4	6	6	20	ПСК-8.4
6 Ферменные и рамные конструкции	2	0	2	3	7	ПСК-8.4
7 Конструкции КА из композиционных материалов	2	0	0	1	3	ПСК-8.4
8 Герметичные конструкции	2	0	0	1	3	ПСК-8.4
9 Конструкции несущих поверхностей	2	2	0	3	7	ПСК-8.4
10 Классификация двигательных установок	2	2	0	2	6	ПСК-8.4
11 Параметры и характеристики ракетных двигателей	2	0	0	1	3	ПСК-8.4
12 Ракетные двигатели твердого топлива	2	0	2	3	7	ПСК-8.4
13 Двигательные установки с жидкостными ракетными двигателями	2	0	2	3	7	ПСК-8.4
14 Показатели конструктивно-технологического совершенства космических аппаратов	2	2	0	2	6	ПСК-8.4
Итого за семестр	34	18	16	40	108	
Итого	34	18	16	40	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
10 семестр			
1 Общая характеристика конструкций КА	Общие принципы проектирования КА, методы проектирования КА, требования, предъявляемые к конструкции КА.	2	ПСК-8.4
	Итого	2	

Согласована на портале № 46943

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	ПСК-8.4
	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	ПСК-8.4
	Итого	2	
4 Факторы, влияющие на 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.	6	ПСК-8.4
	Итого	6	
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-	4	ПСК-8.4

Согласована на портале № 46943

	технологические решения корпусов. Клепаные, клееклепаные, сварные соединения элементов корпуса. Типовые конструктивные решения узлов пересечения стрингеров и лонжеронов со шпангоутами.		
	Итого	4	
6 Ферменные и рамные конструкции	Элементы ферменных и рамных конструкций. Примеры конструкций ферменных отсеков, элементов ферменных конструкций, плоских и пространственных рам. Материалы для изготовления ферм и рам.	2	ПСК-8.4
	Итого	2	
7 Конструкции КА из композиционных материалов	Полимерные и металлические композиционные материалы. Основные приемы конструирования и технологии изготовления деталей и конструкций из композиционных материалов. Примеры композитным конструкций и соединений, свойственных композитным конструкциям. Трехслойные конструкции с сотовым или вспененным заполнителем.	2	ПСК-8.4
	Итого	2	
8 Герметичные конструкции	Определение герметичности. Назначение герметичных конструкций в составе КЛА. Контур герметичности агрегата (системы). Примеры контуров герметичности орбитальной станции «Салют» и спускаемого аппарата космического корабля «Союз».	2	ПСК-8.4
	Итого	2	
9 Конструкции несущих поверхностей	Лонжеронная схема. Кессонная схема. Моноблочная схема. Функции элементов силовой конструкции крыла: обшивка, стрингеры, лонжероны, нервюры. Узлы крепления крыла к корпусу КА. Особенности конструктивных схем стреловидных и треугольных крыльев: крылья с переломом осей продольных силовых элементов у борта корпуса и крылья с внутренней подкосной балкой.	2	ПСК-8.4
	Итого	2	
10 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 (ЖРД). Ядерные ракетных двигателях (ЯРД). Электроракетные	2	ПСК-8.4

Согласована на портале № 46943

	двигатели: плазменные ракетные двигатели (ПлРД) и ионные ракетные двигатели (ИРД).		
	Итого	2	
11 Параметры и характеристики ракетных двигателей	Тяга ракетного двигателя. Импульс тяги. тяговооруженность КА. Удельные параметры двигателей: удельный импульс тяги; расходный комплекс; относительна масса двигательной установки.	2	ПСК-8.4
	Итого	2	
12 Ракетные двигатели твердого топлива	Основы устройства РДТТ. Конструкция однокамерного РДТТ Топливные заряды. Твердые ракетные топлива. Конструкционные материалы. Двухрежимные РДТТ. Управления вектором тяги РДТТ по направлению. Выбор конструктивно-компоновочной схемы РДТТ, Оценка массового совершенства конструкции РДТТ.Проектирование корпуса РДТТ.	2	ПСК-8.4
	Итого	2	
13 Двигательные установки с жидкостными ракетными двигателями	Основы устройства двигательных установок с ЖРД. Камера ЖРД. Топливная система. Топливные баки. Жидкие ракетные топлива. Системы подачи топлива: газовытеснительные и турбонасосные системы. Система управления двигателем.- Компоновочные решения двигательных установок с ЖРД. Конструкции камер ЖРД. Конструкции топливных баков. Способы и устройства изменения направления вектора тяги.	2	ПСК-8.4
	Итого	2	
14 Показатели конструктивно-технологического совершенства космических аппаратов	Конструктивное совершенство. Масса конструкции. Производственно-технологическое совершенство. Трудоемкость, материалоемкость, энергоемкость. Технологическая себестоимость. Показатели технологической рациональности и преемственности конструкций. Эксплуатационное совершенство. Относительные трудоемкости технического обслуживания и ремонта КА. Показатели эксплуатационной технологичности.	2	ПСК-8.4
	Итого	2	
Итого за семестр		34	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Согласована на портале № 46943

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Предшествующие дисциплины														
1 Космическая баллистика	+			+	+									
2 Космические системы	+	+	+	+	+									
3 Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств					+									
4 Физика		+	+	+	+									

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПСК-8.4	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
10 семестр			
1 Общая характеристика конструкций КА	Основы устройства и функционирования космических аппаратов.	4	ПСК-8.4
	Итого	4	
5 Конструкции корпуса КА	Конструкции отсеков корпуса КА	4	ПСК-8.4
	Основы устройства и функционирования ракеты-носителя	2	
	Итого	6	
6 Ферменные и рамные конструкции	Конструкция модуля полезной нагрузки КА	2	ПСК-8.4
	Итого	2	

Согласована на портале № 46943

12 Ракетные двигатели твердого топлива	Конструкции ракетных двигателей твердого топлива	2	ПСК-8.4
	Итого	2	
13 Двигательные установки с жидкостными ракетными двигателями	Конструкция топливных баков двигательных установок с ЖРД.	2	ПСК-8.4
	Итого	2	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
10 семестр			
1 Общая характеристика конструкций КА	Основные этапы развития ракетно-космической техники.	2	ПСК-8.4
	Итого	2	
3 Внешние функции конструкции КА	Обеспечение защиты конструкции от внешних воздействий и дестабилизирующих факторов.	2	ПСК-8.4
	Итого	2	
4 Факторы, влияющие на КА	Факторы, определяющие конструкцию радиоэлектронных средств КА.	4	ПСК-8.4
	Итого	4	
5 Конструкции корпуса КА	Конструктивные схемы размещения основных радиоэлектронных систем различных типов КА.	4	ПСК-8.4
	Итого	4	
9 Конструкции несущих поверхностей	Выбор конструктивных параметров несущих поверхностей корпуса КА.	2	ПСК-8.4
	Итого	2	
10 Классификация двигательных установок	Конструкция ракетных двигателей твердого топлива, конструкции двигательных установок с жидким ракетным топливом.	2	ПСК-8.4
	Итого	2	
14 Показатели конструктивно-технологического совершенства космических аппаратов	Трудоемкость технического обслуживания и ремонта КА.	2	ПСК-8.4
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в

Согласована на портале № 46943

таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
10 семестр				
1 Общая характеристика конструкций КА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.4	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	5		
2 Внутренние функции конструкции КА	Проработка лекционного материала	2	ПСК-8.4	Конспект самоподготовки
	Итого	2		
3 Внешние функции конструкции КА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.4	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
4 Факторы, влияющие на КА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.4	Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
5 Конструкции корпуса КА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.4	Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	6		
6 Ферменные и рамные конструкции	Проработка лекционного материала	1	ПСК-8.4	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	3		
7 Конструкции КА из композиционных материалов	Проработка лекционного материала	1	ПСК-8.4	Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	1		

Согласована на портале № 46943

8 Герметичные конструкции	Проработка лекционного материала	1	ПСК-8.4	Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	1		
9 Конструкции несущих поверхностей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.4	Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
10 Классификация двигательных установок	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПСК-8.4	Конспект самоподготовки, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
11 Параметры и характеристики ракетных двигателей	Проработка лекционного материала	1	ПСК-8.4	Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	1		
12 Ракетные двигатели твердого топлива	Проработка лекционного материала	1	ПСК-8.4	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	3		
13 Двигательные установки с жидкостными ракетными двигателями	Проработка лекционного материала	1	ПСК-8.4	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	3		
14 Показатели конструктивно-технологического совершенства космических аппаратов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПСК-8.4	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
Итого за семестр		40		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		76		

Согласована на портале № 46943

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	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				
Выступление (доклад) на занятии	3	3	4	10
Конспект самоподготовки	3	3	3	9
Опрос на занятиях	3	3	3	9
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Тест	4	4	4	12
Итого максимум за период	23	23	24	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	23	46	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	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)

Согласована на портале № 46943

2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Космические радиотехнические системы [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Дудко Б. П. - 2012. 291 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1728 (дата обращения: 27.11.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Методики и модели для учета паразитных параметров печатных узлов при анализе электромагнитной совместимости бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов: монография / И. Ф. Калимулин, А. М. Заболоцкий, Т. Р. Газизов ; Министерство образования и науки Российской Федерации (М.), ТУСУР. - Томск : ТУСУР, 2015. - 160 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические системы. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 167 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1196 (дата обращения: 27.11.2018).
2. Радиотехнические системы [Электронный ресурс]: Методическое пособие по проведению практических занятий / Денисов В. П. - 2013. 33 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2852 (дата обращения: 27.11.2018).
3. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. - 2011. 22 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2119 (дата обращения: 27.11.2018).
4. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. - 2011. 22 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2119 (дата обращения: 27.11.2018).
5. Руководство для подготовки обучающего и контролирующего комплекса компьютерных методических разработок при организации самостоятельной работы студентов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Осетров Д. Г., Шангина Л. И., Хатьков Н. Д., Павличенко Ю. А. - 2009. 37 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/909 (дата обращения: 27.11.2018).
6. Изучение аппаратуры настройки исз кирс-12 [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению лабораторной работы / Дудко Б. П., Мещеряков А. А. - 2012. 11 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1729 (дата обращения: 27.11.2018).

12.3.2. 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.

Согласована на портале № 46943

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. https://elibrary.ru – Научная электронная библиотека;
2. https://edu.tusur.ru – Научно-образовательный портал ТУСУР.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. 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.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. 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;

Согласована на портале № 46943

- 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 не требуется.

13.1.4. 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, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. 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 зрениями** 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.

Согласована на портале № 46943

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Перечислите классификационные признаки космических систем и космических аппаратов.
2. Объясните особенности структурно-функционального построения космических систем и космических аппаратов, назначение структурной схемы КА.
3. Определите назначение частотного плана и принципы организации частотных заявок.
4. Перечислите этапы жизненного цикла космической системы и КА. Раскройте их содержание.
5. Охарактеризуйте содержание и объем проектных работ на начальных этапах создания КА.
6. Определите цели и задачи летных испытаний, особенности перехода к штатной эксплуатации КА.
7. Назовите принципы интеграции космических систем и космических аппаратов.
8. Перечислите принципы формирования проектно-конструкторского облика КА.
9. Опишите схему компоновки спутника в зоне полезного груза РКН и способы отделения КА от РКН.
10. Объясните необходимость использования термоконтейнера в отечественных КА и опишите особенности их эксплуатации.
11. В чем заключаются преимущества применения негерметичной компоновки приборного блока.
12. В чем состоит проблема образования космического мусора.
13. Перечислите мероприятия по уменьшению угрозы столкновения с ним спутников.
14. Каким образом формируется преемственность в создании спутников и определяет компромисс: между повторяемостью и новизной их составных частей.
15. Назовите достоинства и недостатки унификации при создании спутника. Перечислите показатели унификации.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

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.
11. Герметичные конструкции КА.
12. Конструкции несущих поверхностей КА.
13. Унифицированная космическая платформа.
14. Проектирование надежных КА.
15. Объемно-массовые и энергетические характеристики КА.
16. Проектные данные на разработку конструкторской документации.
17. Выбор внешнего вида КА.
18. Общие принципы компоновки систем КА.
19. Компоновка герметичных и негерметичных отсеков.
20. Проектирование КА с учетом предупреждения образования космического мусора.

Согласована на портале № 46943

21. Проектирование КА с учетом принципа преемственности развития.
22. Анализ несущих конструкций с учетом преемственности развития КА.
23. Основы автоматизации компоновки КА
24. Система компьютерных технологий компоновки КА.

14.1.3. Темы докладов

Компоновка и состав бортового оборудования ИСЗ
Элементы терморегулирования аппаратуры полезной нагрузка ИСЗ
Конструктивно-силовые схемы корпусов КА
Конструкции ракетных двигателей космических и атмосферных летательных аппаратов

14.1.4. Темы опросов на занятиях

1. Основные понятия и определения конструкций космических аппаратов.
2. Конструкции спускаемого аппарата.
3. Обеспечение заданных температур и принципы терморегулирования.
4. Методы расчета нагружения конструкций КА.
5. Обеспечение работы приборов и систем в заданных конструкциях КА.
6. Расчет надежности конструкции КА.
7. Особенности разработки и компоновки негерметичных отсеков.
8. Варианты алгоритмов рационального проектирования.

14.1.5. Вопросы на самоподготовку

1. Какие параметры характеризуют технический уровень спутника.
2. Перечислите типоразмеры унифицированного ряда КА информационного обеспечения и механизм их формирования.
3. Каким образов реализуется модульный принцип внутренней компоновки при проектировании спутников связи.
4. Перечислите номенклатуру критичных параметров КА, определяющих структурную устойчивость его внутреннего проекта.
5. В чем состоит сущность адаптивного метода внутреннего проектирования КА.
6. Опишите этапы внутреннего проектирования КА и критерии выбора его параметров.
7. Каким образом реализуется метод функционального анализа при формировании модели оценки номинальных значений массы, объема, энергопотребления КА и его составных частей.
8. Охарактеризуйте подходы к нормированию запасов ресурсов по критичным параметрам внутреннего проекта КА на парирование неопределенностей.
9. Назовите принципы распределения резервов массы и стабилизации положения центра масс КА.
10. Какие факторы эксплуатации использованы в проектировании КА на предельное энергопотребление.
11. Какие мероприятия обеспечивают возможность проектирования КА на предельный объем.
12. Перечислите особенности проектирования КА на предельную массу и обоснуйте целесообразность стабилизации массы КА.
13. Для каких целей проводится ранжирование мероприятий по реализаций резервов ресурсов.
14. Опишите принципы электрического проектирования КА и методы обеспечения правильной и надежной электрической связи.
15. Какие работы проводятся по обеспечению надежности на этапе проектирования КА. Какие документы регламентируют эти работы.
16. Перечислите номенклатуру отработочных изделий и решаемые с их помощью задачи обеспечения надежности.
17. Опишите содержание документов, формирующих проектные данные на разработку КА.
18. Назовите основные принципы проектирования сложных технических систем в условиях определенности. Охарактеризуйте формы представления целевой функции для выбора оптимальных параметров системы.
19. Опишите процесс проектирования сложных технических систем в условиях неопреде-

Согласована на портале № 46943

ленности. Перечислите источники возникновения неопределенностей.

20. Чем отличаются принципы проектирования при статистической и интервальной неопределенностях.

21. Расскажите об особенностях проектирования КА в условиях неопределенности. В чем суть комплексного метода рационального проектирования КА.

22. Перечислите номенклатуру показателей качества КА и опишите их связь с показателями качества космической системы.

23. Какие задачи решаются при внешнем проектировании КА. Как формулируются требования к орбитальной группировке, параметрам радиолинии, средствам выведения КА, контуру управления.

24. За счет каких способов обеспечивается структурная устойчивость внешнего проекта КА.

25. Каким образом формируется задание на разработку КА. Какие параметры в него входят.

26. Какие факторы определяют тепловой режим КА и его составных элементов. Какие условия характеризуют режим перегрева и переохлаждения КА.

27. При каких условиях возможна реализация пассивной схемы терморегулирования.

28. Каким образом обеспечивается тепловой режим приборов в гермоконтейнере.

29. Опишите способы регулирования теплового режима приборов в двухконтурной СТР.

30. В чем состоят особенности обеспечения теплового режима негерметичных приборных отсеков.

31. Охарактеризуйте особенности персонального терморегулирования отдельно стоящих приборов.

32. Какие физические принципы теплообмена; используются в двухфазных СТР. Опишите особенности эксплуатации трубчатых и контурных тепловых труб.

14.1.6. Темы лабораторных работ

Основы устройства и функционирования космических аппаратов.
Конструкции отсеков корпуса КА
Конструкция модуля полезной нагрузки КА
Конструкции ракетных двигателей твердого топлива
Конструкция топливных баков двигательных установок с ЖРД.
Основы устройства и функционирования ракеты-носителя

14.1.7. Методические рекомендации

Оценка степени сформированности заявленных в рабочей программе дисциплины компетенций осуществляется как в рамках промежуточной, так и текущей аттестации, в т.ч. при сдаче экзамена, защите лабораторных работ, проведении практических занятий. Порядок оценки для текущих видов контроля определяется в методических указаниях по проведению лабораторных работ, практических занятий, организации самостоятельной работы.

14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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-	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные	Преимущественно дистанционными методами

Согласована на портале № 46943

двигательного аппарата	самостоятельные работы, вопросы к зачету	
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается 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 № 46943