

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Конструкции космических аппаратов

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**

Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиозлектронные системы и комплексы**

Направленность (профиль): **Радиозлектронные системы космических комплексов**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**

Курс: **5**

Семестр: **10**

Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 10 семестр | Всего | Единицы |
|---|--------------------------------------|------------|-------|---------|
| 1 | Лекции | 34 | 34 | часов |
| 2 | Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| 3 | Лабораторные занятия | 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 / зачета | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | 4.0 | 4.0 | З.Е |

Экзамен: 10 семестр

Томск 2017

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 2016-08-11 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. РТС

_____ Мещеряков А. А.

Заведующий обеспечивающей каф.

РТС

_____ Мелихов С. В.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ

_____ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф.

РТС

_____ Мелихов С. В.

Эксперты:

Старший преподаватель каф. РТС

_____ Ноздреватых Д. О.

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.30.7) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Космическая баллистика, Космические системы, Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга, Космические системы связи и глобального позиционирования GPS, Физика.

Последующими дисциплинами являются: .

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 студент 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 занятия | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа (всего) | 40 | 40 |
| Проработка лекционного материала | 16 | 16 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 24 | 24 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |
| Подготовка и сдача экзамена / зачета | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость час | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 4.0 | 4.0 |

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 | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|----|---|--------|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Общая характеристика конструкций КА | 2 | 2 | 4 | 6 | 14 | ПСК-8.4 |
| 2 | Внутренние функции конструкции КА | 4 | 0 | 0 | 2 | 6 | ПСК-8.4 |
| 3 | Внешние функции конструкции КА | 2 | 2 | 0 | 5 | 9 | ПСК-8.4 |
| 4 | Факторы космического полета, оказывающие влияние на состояние и работоспособность конструкции, оборудования и приборов КА | 4 | 4 | 0 | 5 | 13 | ПСК-8.4 |
| 5 | Конструкции корпуса КА | 4 | 4 | 4 | 6 | 18 | ПСК-8.4 |
| 6 | Конструкции несущих поверхностей КА | 2 | 0 | 4 | 5 | 11 | ПСК-8.4 |
| 7 | Унифицированная космическая платформа | 2 | 0 | 4 | 3 | 9 | ПСК-8.4 |
| 8 | Показатели конструктивно-технологического совершенства космических аппаратов | 4 | 2 | 0 | 2 | 8 | ПСК-8.4 |
| 9 | Определение проектно-конструкторского облика КА | 4 | 2 | 0 | 1 | 7 | ПСК-8.4 |
| 10 | Конструктивно-компоновочная схема размещения приборов полезной нагрузки | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | ПСК-8.4 |
| 11 | Анализ оптимальной конфигурации несущей конструкции КА | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | ПСК-8.4 |
| 12 | Предстартовые испытания и подготовка к летным испытаниям КА. | 2 | 2 | 0 | 3 | 7 | ПСК-8.4 |
| | 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 | |
| 2 Внутренние функции конструкции КА | Методы внутреннего проектирования конструкций КА, конструктивно-силовые схемы каркасированных отсеков и панельного корпуса КА. | 4 | ПСК-8.4 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Внешние функции конструкции КА | Формирование номенклатуры показателей качества и целевой функции КА, обеспечение структурной устойчивости внешней конструкции КА. | 2 | ПСК-8.4 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Факторы космического полета, оказывающие влияние на состояние и работоспособность конструкции, оборудования и приборов КА | Нагрузки, действующие на КА, статические (квазистатические) нагрузки, нагружение конструкции при транспортировке, динамические нагружения КА. | 4 | ПСК-8.4 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Конструкции корпуса КА | Материалы, применяемые в конструкции КА, анализ выгодности применения материалов, некоторые виды материалов, применяемые в конструкции КА. | 4 | ПСК-8.4 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Конструкции несущих поверхностей КА | Конструкции несущих поверхностей КА различного назначения. | 2 | ПСК-8.4 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Унифицированная космическая платформа | Унифицированная космическая платформа. | 2 | ПСК-8.4 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Показатели конструктивно-технологического совершенства космических аппаратов | Проектирование надежных КА, объемно-массовые и энергетические характеристики КА, формирование проектных данных на разработку | 4 | ПСК-8.4 |

| | | | |
|--|---|----|---------|
| | конструкторской документации. | | |
| | Итого | 4 | |
| 9 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. | 4 | ПСК-8.4 |
| | Итого | 4 | |
| 10 Конструктивно-компоновочная схема размещения приборов полезной нагрузки | Принципы компоновки приборов полезной нагрузки КА, компоновка приборами полезной нагрузки герметичных и негерметичных отсеков КА. | 2 | ПСК-8.4 |
| | Итого | 2 | |
| 11 Анализ оптимальной конфигурации несущей конструкции КА | Анализ несущих конструкций с учетом преемственности развития КА, основы автоматизации компоновки КА, система компьютерных технологий компоновки КА. | 2 | ПСК-8.4 |
| | Итого | 2 | |
| 12 Предстартовые испытания и подготовка к летным испытаниям КА. | Входной контроль комплектующих приборов, агрегатов, систем, автономные испытания систем после монтажа на КА, проверка герметичности и теплового состояния отсеков КА в условиях, грубоимитирующих экстремальные тепловые условия в космосе, определение массы, центровки и моментов инерции, виброиспытания КА, испытания КА в целом. | 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.

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 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Космическая баллистика | + | | | + | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Космические системы | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 3 | Космические системы дистанционного зондирования и радиомониторинга | | | | | + | + | + | + | | | + | |
| 4 | Космические системы связи и глобального позиционирования GPS | | | | | + | + | + | | | | + | + |
| 5 | 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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|-------------|--------------|----------------------|----------------------|------------------------|---|
| | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа | |
| 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. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

| Названия разделов | Содержание 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 |
| | Итого | 4 | |

| | | | |
|---|--------------------------------------|----|---------|
| 6 Конструкции несущих поверхностей КА | Конструкции ракетных двигателей | 4 | ПСК-8.4 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Унифицированная космическая платформа | Конструкция модуля полезной нагрузки | 4 | ПСК-8.4 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| Названия разделов | Содержание практических занятий | 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 космического полета, оказывающие влияние на состояние и работоспособность конструкции, оборудования и приборов 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 | |
| 8 Показатели конструктивно-технологического совершенства космических аппаратов | Содержание процесса конструирования. | 2 | ПСК-8.4 |
| | Итого | 2 | |
| 9 Определение проектно-конструкторского облика КА | Порядок и этапы разработки конструкторской документации. | 2 | ПСК-8.4 |
| | Итого | 2 | |
| 12 Предстартовые испытания и подготовка к летным испытаниям КА. | Общие задачи испытаний всех типов КА, испытания КА на технической позиции, испытания КА в целом. | 2 | ПСК-8.4 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в 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 | 4 | ПСК-8.4 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 6 | | |
| 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 | 4 | ПСК-8.4 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 5 | | |
| 4 Факторы космического полета, оказывающие влияние на состояние и работоспособность конструкции, оборудования и приборов КА | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПСК-8.4 | Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 5 | | |
| 5 Конструкции корпуса КА | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПСК-8.4 | Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 6 | | |
| 6 Конструкции несущих поверхностей КА | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПСК-8.4 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 5 | | |
| 7 Унифицированная космическая платформа | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПСК-8.4 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |

| | | | | |
|--|---|----|---------|--|
| | Итого | 3 | | |
| 8 Показатели конструктивно-технологического совершенства космических аппаратов | Проработка лекционного материала | 2 | ПСК-8.4 | Конспект самоподготовки |
| | Итого | 2 | | |
| 9 Определение проектно-конструкторского облика КА | Проработка лекционного материала | 1 | ПСК-8.4 | Конспект самоподготовки |
| | Итого | 1 | | |
| 10 Конструктивно-компоновочная схема размещения приборов полезной нагрузки | Проработка лекционного материала | 1 | ПСК-8.4 | Конспект самоподготовки |
| | Итого | 1 | | |
| 11 Анализ оптимальной конфигурации несущей конструкции КА | Проработка лекционного материала | 1 | ПСК-8.4 | Конспект самоподготовки |
| | Итого | 1 | | |
| 12 Предстартовые испытания и подготовка к летным испытаниям КА. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПСК-8.4 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 3 | | |
| Итого за семестр | | 40 | | |
| | Подготовка к экзамену / зачету | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 76 | | |

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

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 | 7 | 7 | 7 | 21 |
| Конспект самоподготовки | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Опрос на занятиях | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Отчет по лабораторной работе | | 10 | 10 | 20 |
| Тест | 4 | | 4 | 8 |

| | | | | |
|--------------------------|----|----|----|-----|
| Итого максимум за период | 18 | 24 | 28 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 18 | 42 | 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) |
| 65 - 69 | | |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 60 - 64 | E (посредственно) |
| | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Космические радиотехнические системы: Учебное пособие / Дудко Б. П. - 2012. 291 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1728>, дата обращения: 20.01.2017.

2. Проектирование автоматических космических аппаратов для фундаментальных научных исследований: монография. - М. : МАИ-ПРИНТ, 2014 - . Т.2 : в 3-х т. / ФГУП НПО им. С.А. Лавочкина (М.); сост., ред. В. В. Ефанов, ред. В. В. Хартов. - 2-е изд., перераб. - М. : МАИ-ПРИНТ, 2014. - 544 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Бычков С.И. и др. Космические радиотехнические комплексы. - М.: Сов. радио, 1967. – 584 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)

2. Космическая техника: энциклопедия / К. Гэтланд. - М. : Мир, 1986. - 296 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

3. Проектирование автоматических космических аппаратов для фундаментальных научных исследований: монография. - М. : МАИ-ПРИНТ, 2014 - . Т.3 : в 3-х т. / ФГУП НПО им. С.А. Лавочкина (М.) ; сост. В. В. Ефанов ; ред.: В. В. Хартов, К. М. Пичхадзе. - М. : МАИ-ПРИНТ, 2014. - 464 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

4. 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: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 167 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1196>, дата обращения: 20.01.2017.

2. Радиотехнические системы: Методическое пособие по проведению практических занятий / Денисов В. П. - 2013. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2852>, дата обращения: 20.01.2017.

3. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. - 2011. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2119>, дата обращения: 20.01.2017.

4. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. - 2011. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2119>, дата обращения: 20.01.2017.

5. Руководство для подготовки обучающего и контролирующего комплекса компьютерных методических разработок при организации самостоятельной работы студентов: Учебное пособие / Осетров Д. Г., Шангина Л. И., Хатьков Н. Д., Павличенко Ю. А. - 2009. 37 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/909>, дата обращения: 20.01.2017.

6. Изучение аппаратуры настройки исз кирс-12: Методические указания по выполнению лабораторной работы / Дудко Б. П., Мещеряков А. А. - 2012. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1729>, дата обращения: 20.01.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Сайт twirpx.com - Учебно-методическая и профессиональная литература для студентов
2. и преподавателей технических, естественнонаучных и гуманитарных специальностей.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория 433 радиотехнического корпуса, с количеством посадочных мест не менее 24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью, а так же мультимедийным монитором.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 4 этаж, ауд. 433. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch - 1шт.; Компьютеры класса ПЭВМ INTEL Celeron - 5 шт. Используется лицензионное программное обеспечение: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Microsoft Office Visio 2010.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебная лаборатория «Космические радиотехнические системы», расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 4 этаж, ауд. 433. Состав оборудования: Учебная мебель; лабораторное оборудование; макет космического аппарата; мультимедийный монитор – 1 шт.; компьютеры с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung. Используется лицензионное программное обеспечение и специальное программное обеспечение, для работы с лабораторным оборудованием.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 126. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8 ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов 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 удаленного просмотра.

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

| Категории студентов | Виды дополнительных оценочных средств | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---------------------|---------------------------------------|--|
| С нарушениями | Тесты, письменные самостоятельные | Преимущественно письменная |

| слуха | работы, вопросы к зачету, контрольные работы | 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, исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«__» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Конструкции космических аппаратов

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**

Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**

Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы космических комплексов**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**

Курс: **5**

Семестр: **10**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

– доцент каф. РТС Мещеряков А. А.

Экзамен: 10 семестр

Томск 2017

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенций |
|---------|--|---|
| ПСК-8.4 | способностью выбрать состав радиоэлектронных систем космического комплекса, соответствующих его назначению и предъявленным техническим требованиям | Должен знать состав устройств и конструктивно-компоновочные схемы основных типов КА; Должен уметь анализировать условия нахождения конструкций КА при полете в атмосфере Земли, планет и космосе с целью обоснования их выбора; Должен владеть основами инженерных методов выбора и расчета конструкций КА различных типов; |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---------------------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПСК-8.4

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|----------------------------------|--|--|---|
| Содержание этапов | состав устройств и конструктивно-компоновочные схемы основных типов КА | анализировать условия нахождения конструкций КА при полете в атмосфере Земли, планет и космосе с целью обоснования их выбора | основами инженерных методов выбора и расчета конструкций КА |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета; | <ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета; | <ul style="list-style-type: none"> • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Выступление (доклад) на занятии; • Экзамен; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---------------------------|--|--|---|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • назначение и технические требования к конструкции и радиоэлектронным системам космического аппарата; • цели и постановку задач конструирования космических систем; • предъявляемые технические требования для выбора конструктивного облика и состава радиоэлектронных систем космических аппаратов; | <ul style="list-style-type: none"> • применять методы выбора конструкции и состава радиоэлектронных систем при разработке космических аппаратов; • аргументированно предъявлять технические требования к конструкции КА и соответствующие ей радиоэлектронные системы космического аппарата; | <ul style="list-style-type: none"> • свободно разными способами выбора конструкции и состава радиоэлектронных систем при проектировании космических аппаратов; |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • состав радиоэлектронных систем космического | <ul style="list-style-type: none"> • применять методы решения научно-технической задачи | <ul style="list-style-type: none"> • разными способами анализа состояния научно-технической |

| | | | |
|---------------------------------------|---|---|---|
| | аппарата; • конструкции различных типов космических аппаратов; • назначения и технические требования к конструкции КА ; | конструирования космических систем в различных ситуациях; • корректно выражать и обосновывать положения предметной области знания; | проблемы конструирования КА; • критическим осмыслением полученных знаний; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • основные технические характеристики радиоэлектронных систем космических аппаратов; • основные физические понятия научно-технической проблемы проектирования и конструирования космической техники; | • работать с научно-технической литературой; • представлять результаты своей работы ; | • терминологией предметной области знания; • способами корректно представить технические характеристики радиоэлектронных систем космических аппаратов; |

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– 1. Какие параметры характеризуют технический уровень спутника. 2. Перечислите типоразмеры унифицированного ряда КА информационного обеспечения и механизм их формирования. 3. Каким образом 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 реализации 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 отработанных 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 неопределенности. 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.

3.2 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 термомонока 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 преимущество 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.

3.3 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.

3.4 Темы докладов

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

3.5 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.
- 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.

3.6 Темы лабораторных работ

- Основы устройства и функционирования космических аппаратов
- Конструкции отсеков корпуса КА
- Конструкции ракетных двигателей
- Конструкция модуля полезной нагрузки

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Космические радиотехнические системы: Учебное пособие / Дудко Б. П. - 2012. 291 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1728>, свободный.
2. Проектирование автоматических космических аппаратов для фундаментальных научных исследований: монография. - М. : МАИ-ПРИНТ, 2014 - . Т.2 : в 3-х т. / ФГУП НПО им. С.А. Лавочкина (М.); сост., ред. В. В. Ефанов, ред. В. В. Хартов. - 2-е изд., перераб. - М. : МАИ-ПРИНТ, 2014. - 544 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Бычков С.И. и др. Космические радиотехнические комплексы. - М.: Сов. радио, 1967. – 584 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)
2. Космическая техника: энциклопедия / К. Гэтланд. - М. : Мир, 1986. - 296 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)
3. Проектирование автоматических космических аппаратов для фундаментальных научных исследований: монография. - М. : МАИ-ПРИНТ, 2014 - . Т.3 : в 3-х т. / ФГУП НПО им. С.А. Лавочкина (М.) ; сост. В. В. Ефанов ; ред.: В. В. Хартов, К. М. Пичхадзе. - М. : МАИ-ПРИНТ, 2014. - 464 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)
4. 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.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

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

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Сайт twirpx.com - Учебно-методическая и профессиональная литература для студентов
2. и преподавателей технических, естественнонаучных и гуманитарных специальностей.