



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

**«УТВЕРЖДАЮ»**

**И.о. проректора**

**А.В. Троицкий**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

**ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И  
ТЕХНОЛОГИЙ**

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ  
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

**УПРАВЛЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В  
КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ (ПРОФИЛЬ 1 НИИ КС) (МОДУЛЬ):**

**«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АНТЕНН  
ТЕЛЕМЕТРИИ»**

**Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах**

**Профиль: Информационные системы и средства управления техническими процессами**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная**

Королев  
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

**Автор: Мартынов П.В. Рабочая программа дисциплины: Теоретические основы проектирования антенн телеметрии. – Королев МО: «Технологический университет», 2023 г.**

**Рецензент: д.т.н., профессор Артюшенко В.М.**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 27.03.04 Управление в технических системах и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Технологического университета. Протокол № 9 от 11 апреля 2023 г.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:**

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Артюшенко В.М. д.т.н. профессор 			
Год утверждения (переподтверждения)	2023			
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 12 от 05.04.2023			

**Рабочая программа согласована:**

**Руководитель ОПОП**  к.т.н., доц. Е.Н. Дмитренко

**Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:**

Год утверждения (переподтверждения)	2023			
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023			



## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП

**Целью** изучения дисциплины является:

Предоставить обучающимся возможность получить знания и практический опыт по вопросам:

- основы теории распространения радиоволн;
- технические характеристики антенн;
- антенны, применяемые для передачи телеметрической информации;
- порядок проектирования антенных систем для радиотелеметрических комплексов.

В процессе обучения бакалавр приобретает и совершенствует следующие компетенции:

### **Профессиональные компетенции**

ПК-2 Способен осуществлять проектирование электронных средств и электронных систем БКУ АКА

ПК-7. Способен проводить работы по направлению проектной деятельности по проекту или программе РКП

Основными **задачами** дисциплины являются:

- ознакомление с методикой расчета энергетических характеристик космической радиолинии; нормативно – техническими документами, регламентирующими порядок разработки конструкторской документации на АФУ; технологией изготовления агрегатов и узлов антенно-фидерных устройств;
- обучение формированию структуры комплекта радиотехнического оборудования антенны; для приема телеметрической информации с объектов РКТ: порядку разработки конструкторской документации на антенную систему эксплуатации антенных систем в составе радиотелеметрических комплексов;
- приобретение навыков самостоятельной работы с:
  - нормативно-технической документацией;
  - контрольно-измерительной аппаратурой;
  - конструкторской и эксплуатационной документацией.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

### **Необходимые знания**

- Стандарты Единой системы программной документации (ЕСПД), ЕСКД и ЕСТД.

- Межгосударственные и национальные стандарты РКТ, стандарты организации.
- Электротехнику и электронику;
- Структуру декомпозиции работ

#### **Необходимые умения**

- Выявлять причины неисправностей и отказов в работе оборудования.
- Использовать нормативные правовые акты, справочные материалы для корректного проектирования электронных средств и электронных систем.
- На научной основе организовывать свой труд самостоятельно оценивать результаты своей деятельности.
- Осваивать новые образцы программных, технических средств и информационных технологий;
- Контролировать соблюдение требований контракта (договора), технического задания, проектной, рабочей документации для реализации проекта или программы в РКП

#### **Трудовые действия**

- Навыками разработки и корректировки программной и конструкторской документации на электронные средства и электронные системы БКУ АКА.
- Анализирует результаты моделирования и тестирования электронных средств и электронных систем БКУ АКА;
- Методами описания содержания проекта и декомпозиции работ проекта в РКП.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Информационные технологии ракетной телеметрии (профиль 2 НПО ИТ) (модуль): Теоретические основы проектирования антенн телеметрии» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах».

Изучение данной дисциплины базируется ранее изученных дисциплинах: «Вычислительные сети, системы и телекоммуникации», и компетенциях: ОПК-3,6,7,8,11.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для студентов очной формы обучения составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр шестой
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>		
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>32</b>	<b>32</b>
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
Курсовые работы (проекты)	-	-
Расчетно-графические работы	-	-
Контрольная работа, домашнее задание	+	+
Текущий контроль знаний (7-8, 15-16 неделя)	2	2
Вид итогового контроля	зачет	зачет

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции (очное), час	Практические занятия (очное), час	Занятия в интерактивной форме, час	Код компетенций
Тема 1. Основы теории антенн	4		1	ПК-2 ПК-7
Тема 2. Типы АФУ, применяемых в радиотелеметрических комплексах	4		1	
Тема 3. Структура антенных систем и антенных комплексов для приема телеметрической информации с объектов РКТ	4		1	
Тема 4. Порядок разработки, учета, хранения и обращения конструкторской документации	4		1	
Тема 5. Применение АФУ в составе телеметрических комплексов		4	1	
Тема 6. Порядок работы с контрольно – измерительными приборами, необходимыми для определения технического состояния АФУ		4	1	
Тема 7. Измерение основных параметров антенн		4	1	
Тема 8. Моделирование антенн в среде HFSS		4	1	
<b>Итого</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	

### 4.2. Содержание тем дисциплины

#### Тема 1. Основы теории антенн

Основы теории распространения радиоволн. Назначение антенн. Формирование направленных свойств антенных систем. Основные технические характеристики антенн.

#### Тема 2. Типы АФУ, применяемых в радиотелеметрических комплексах.

Вибраторные антенны, антенные решетки. Зеркальные антенны. Щелевые антенны. Волноводы, фидеры, антенные коммутаторы, аттенюаторы, согласующие устройства, фазовращатели, диаграммообразующие схемы. Синтез линейных излучателей.

### **Тема 3. Структура антенных систем и антенных комплексов для приема телеметрической информации с объектов РКТ**

Комплект радиотехнического оборудования антенны. Опорно-поворотное устройство, электропривод. Системы управления, программного наведения и автосопровождения объектов РКТ.

### **Тема 4. Порядок разработки, учета, хранения и обращения конструкторской документации**

Общие требования к конструкторской документации на АФУ. Нормативно-техническая документация, регламентирующая порядок разработки АФУ. Состав и порядок разработки и постановки на учет текстовых документов. Состав и порядок разработки и постановки на учет графических документов.

### **Тема 5. Применение АФУ в составе телеметрических комплексов**

Порядок монтажа, пуско-наладочных работ и ввода в эксплуатацию антенных систем. Порядок выполнения сеанса телеметрических измерений. Порядок проведения регламентных и ремонтных работ. Ведение и оформление эксплуатационной документации.

### **Тема 6. Порядок работы с контрольно – измерительными приборами, необходимыми для определения технического состояния АФУ**

Виды контрольно-измерительных приборов. Техника безопасности при работе с контрольно-измерительными приборами. Поверка контрольно – измерительных приборов.

### **Тема 7. Измерение основных параметров антенн**

Методика и порядок проведения измерений технических параметров антенн различных диапазонов частот. Измерение коэффициента стоячей волны антенны. Измерение и расчет коэффициента усиления и эффективной площади антенн. Измерение и построение диаграммы направленности антенны.

### **Тема 8. Моделирование антенн в среде HFSS**



Общие сведения о программной среде HFSS. Моделирование одиночных излучателей различных диапазонов частот. Моделирование антенных решеток различных диапазонов частот.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине**

1. «Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины».

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведена в Приложении 1 «Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине».

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **Основная литература:**

1. Зырянов, Ю.Т. Антенны: учебное пособие / Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин, О.А. Белоусов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ТГТУ, 2021. - 128 с. : - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278016>
2. Устройства СВЧ и антенны : учебник / Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет ; под ред. А.А. Филонов. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2021. - 492 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364513>
3. Гошин, Г.Г. Устройства СВЧ и антенны : учебное пособие / Г.Г. Гошин. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2021. - Ч. 2. Антенны. - 160 с. ; - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208588>

### **Дополнительная литература:**

1. Баланис, К.А. Введение в смарт-антенны / К.А. Баланис, П.И. Иоанидес ; под ред. В.В. Попов. - М. : РИЦ "Техносфера", 2012. - 200 с - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=214287>
2. Мительман, Ю.Е. Измерение параметров антенн : учебно-методическое пособие / Ю.Е. Мительман, С.Н. Шабунин, Н.С. Князев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина ; под общ. ред. С.Н. Шабунин. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 58 с. : - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276001>
3. Жуков, В.М. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем радиосвязи : учебное пособие / В.М. Жуков, А.Н. Сысоев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. - 81 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277944>

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://rkniga.ru/> - библиотека радиолюбителя
2. <http://rbook.ucoz.ru> – радиолобительская библиотека
3. <http://www.diagram.com.ua/> - Диаграмма. Библиотека по электронике и электротехнике
4. <http://www.antenna-su.ru/> - Антенно-фидерные устройства для радиолюбителей и профессионалов

#### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

**Перечень программного обеспечения:** *LibreOffice*.

**Информационные справочные системы:**

1. Электронные ресурсы образовательной среды Университета.
2. Информационно-справочные системы Консультант +, Гарант.

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

### **Лекционные занятия:**

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект электронных презентаций/слайдов.

### **Практические занятия:**

- компьютерный класс с проектором для интерактивного обучения и проведения лекций в форме слайд-презентаций, оборудованный современными лицензионными программно-техническими средствами:; офисные программы LibreOffice ; система автоматизированного проектирования Ansoft HFSS, комплект контрольно – измерительной аппаратуры для проведения практических работ по измерению технических характеристик АФС.; антенна средней эффективности «Жемчуг – МС» - антенна входящая в состав радиотелеметрического комплекса; для представления о составе, конструкции и принципе работы радиотелеметрической антенны; лабораторные макеты антенных излучателей метрового и дециметрового диапазонов волн;
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет.

**Приложение 1**

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации  
обучающихся по дисциплине**

***ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И  
ТЕХНОЛОГИЙ***

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И  
УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ**

**УПРАВЛЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В  
КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ (ПРОФИЛЬ 1 НИИ КС) (МОДУЛЬ):**

**«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АНТЕНН  
ТЕЛЕМЕТРИИ»**

**Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах**

**Профиль: Информационные системы и средства управления техническими процессами**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная**

Королев  
2023

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся должен:		
			необходимые знания	необходимые умения	трудовые действия
1.	ПК-2	Способен осуществлять проектирование электронных средств и электронных систем БКУ АКА	<p>Стандарты Единой системы программной документации и (ЕСПД), ЕСКД и ЕСТД.</p> <p>Межгосударственные и национальные стандарты РКТ, стандарты организации.</p> <p>Электротехнику и электронику</p>	<p>Выявлять причины неисправностей и отказов в работе оборудования.</p> <p>Использовать нормативные правовые акты, справочные материалы для корректного проектирования электронных средств и электронных систем.</p> <p>На научной основе организовывать свой труд самостоятельно оценивать результаты своей деятельности.</p> <p>Осваивать новые образцы программных, технических</p>	<p>Навыками разработки и корректировки программной и конструкторской документации на электронные средства и электронные системы БКУ АКА.</p> <p>Анализирует результаты моделирования и тестирования электронных средств и электронных систем БКУ АКА.</p>

				средств и информационных технологий.	
2.	ПК-7	Способен проводить работы по направлению проектной деятельности по проекту или программе РКП	Структуру декомпозиции работ	Контролировать соблюдение требований контракта (договора), технического задания, проектной, рабочей документации для реализации проекта или программы в РКП	Методами описания содержания проекта и декомпозиции работ проекта в РКП

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Показатель оценивания компетенции	Критерии оценки
ПК-2	Доклад в форме презентации	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) - 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на продвинутом уровне - 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на базовом уровне - 3</li> </ul>	<p>Проводится устно с использованием мультимедийных систем, а также с использованием технических средств</p> <p>Время, отведенное на процедуру – 10 - 15 мин.</p> <p>Неявка – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Соответствие представленной презентации заявленной тематике (1 балл).</li> <li>2. Качество источников и их количество при подготовке доклада и разработке презентации (1 балл).</li> <li>3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл).</li> <li>4. Качество самой представленной презентации (1 балл).</li> <li>5. Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл).</li> </ol> <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>

		балла; В) не сформирована (компетенция не сформирована) - 2 и менее баллов	
ПК-7	Реферат	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) - 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на продвинутом уровне - 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на базовом уровне - 3 балла;</li> </ul> <p>В) не сформирована (компетенция не сформирована) - 2 и менее баллов</p>	<p>Проводится в письменной форме</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Соответствие содержания реферата заявленной тематике (1 балл).</li> <li>2. Качество источников и их количество при подготовке работы (1 балл).</li> <li>3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл).</li> <li>4. Качество самой представленной работы (1 балл).</li> <li>5. Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл).</li> </ol> <p>Максимальная сумма баллов – 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
ПК-2 ПК-7	Практическое задание	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) - 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на</li> </ul>	<p>Проводится в компьютерной аудитории в форме практической работы с использованием ПК с соответствующим ПО</p> <p>Время, отведенное на процедуру – 90 мин.</p> <p>Неявка – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понимание сути поставленной задачи (1 балл)</li> <li>2. Самостоятельность выполнения задания (1 балла)</li> <li>3. Умение пользоваться справочной литературой (1 балл)</li> <li>4. Умение отвечать на вопросы по заданной теме (1 балл)</li> </ol>

		<p>продвинутом уровне - 4 балла;</p> <p>• компетенция освоена на базовом уровне - 3 балла;</p> <p>В) не сформирована (компетенция не сформирована) - 2 и менее баллов</p>	<p>Максимальная сумма баллов - 4 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
--	--	---	---



### **3. 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**

#### **3.1. Примерная тематика докладов в презентационной форме:**

1. Параболические антенны
2. Фазированные антенные решетки
3. Щелевые антенны
5. Согласующие и трансформирующие элементы в антенно-фидерных устройствах
6. Структура антенн для приема телеметрической информации с объектов РКТ

#### **3.2. Примерная тематика рефератов:**

1. Фазированные антенные решетки. Классификация. Активные фазированные решетки
2. Антенны бегущей волны
3. Вибраторные антенны. Распространение тока и заряда вблизи вибратора
4. Фильтры и согласующие цепи СВЧ
5. Основные ГОСТы, ОСТы и стандарты предприятия, устанавливающие правила разработки, учета, хранения и обращения конструкторской документации.

#### **3.3. Примерная тематика практических заданий:**

1. Провести измерение коэффициента стоячей волны одиночного излучателя метрового диапазона частот.
2. Провести измерение коэффициента стоячей волны одиночного излучателя дециметрового диапазона частот.
3. Провести измерение и расчет коэффициента усиления одиночного излучателя метрового диапазона частот.
4. Провести измерение и расчет коэффициента усиления одиночного излучателя дециметрового диапазона частот.
5. Выполнить компьютерное моделирование одиночного излучателя метрового диапазона частот в программной среде HFSS.
6. Выполнить компьютерное моделирование конечной антенной решетки метрового диапазона частот в программной среде HFSS.
7. Выполнить компьютерное моделирование одиночного излучателя дециметрового диапазона частот в программной среде HFSS.
8. Выполнить компьютерное моделирование конечной антенной решетки

дециметрового диапазона частот в программной среде HFSS.

### **Тесты.**

- излучение изотропного источника;
- основные свойства изотропного излучателя;
- симметричный вибратор;
- направленные свойства системы из двух связанных вибраторов
- фазированные решетки;
- диаграмма направленности антенны,
- нормированная диаграмма направленности антенны
- коэффициент полезного действия антенны;
- эффективная поверхность антенны;
- поляризационная характеристика антенны;
- виды поляризаций;
- коэффициент усиления антенны;
- волновое сопротивление антенны;
- температура шума антенны
- принцип действия параболической антенны;
- коэффициент использования поверхности раскрытия параболоида;
- управление диаграммой направленности параболического зеркала;
- облучатели параболических антенн;
- распространение УКВ на космических радиолиниях:
- особенности спутниковой связи;
- комплект радиотехнического оборудования антенны;
- фидерный тракт антенны;
- опорно-поворотное устройство;
- электропривод антенной системы. Назначение, состав;
- системы управления, программного наведения и автосопровождения антенных комплексов;
- единая система конструкторской документации (ЕСКД). Виды и комплектность конструкторских документов (ГОСТ 2.102 -68);
- порядок разработки конструкторской документации (КД);
- порядок корректировки КД ;
- порядок выполнения ОКР по созданию изделий и их составных частей ( ГОСТ РВ15.203 -20014;
- правила разработки текстовых документов ( ГОСТ 2.106 – 96);
- правила выполнения электрических схем (ГОСТ 2.702. – 75);

- порядок монтажа, пуско – наладочных работ и ввода в эксплуатацию антенных систем;
- порядок выполнения сеанса телеметрических измерений;
- порядок проведения регламентных и ремонтных работ
- ведение и оформление эксплуатационной документации

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Формой контроля знаний по дисциплине являются аттестации в виде зачета в устной форме.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающий знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
По плану	зачет	ПК-2 ПК-7	2 вопроса	Зачет проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время отведенное на процедуру – 20 минут.	Результаты предоставляются в день проведения зачета	<p><b>Критерии оценки:</b></p> <p><b>«Зачтено»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание основных понятий предмета;</li> <li>• умение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• работа на практических занятиях;</li> <li>• знание основных научных теорий, изучаемых предметов;</li> <li>• ответ на вопросы билета.</li> </ul> <p><b>«Не зачтено»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует частичные знания по темам дисциплин;</li> <li>• незнание основных понятий предмета;</li> <li>• неумение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• не работал на практических занятиях;</li> <li>• не отвечает на вопросы.</li> </ul>

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

### **Типовые вопросы, выносимые на зачет**

1. Основные типы линий передачи
2. Назначение и классификация антенн для приема телеметрической информации с объектов РКТ
3. Основные типы линий передачи информации
4. Эквивалентная схема приемной антенны
5. Элементы трактов для различных диапазонов волн. МШУ. Фазовращатели.
6. Основные технические характеристики антенн
7. Диаграмма направленности антенны. Ширина луча. Уровень боковых лепестков.
8. Параболические (зеркальные) антенны. Структура и принцип действия.
9. Фазированные антенные решетки. Классификация. Активные фазированные решетки
10. Расчет входной мощности и импеданса антенной решетки
11. Щелевые антенны
12. Антенны бегущей волны
13. Вибраторные антенны. Распространение тока и заряда вблизи вибратора
14. Фильтры и согласующие цепи СВЧ
15. Задача синтеза линейных антенных систем
16. Распространение УКВ на космических радиоперелиниях
17. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Виды и комплектность конструкторских документов (ГОСТ 2.102 -68)
18. Порядок монтажа, пуско – наладочных работ и ввода в эксплуатацию антенных систем
19. Современные средства автоматического проектирования, применяемые при разработке антенн и антенно-фидерных систем.
20. Порядок выполнения ОКР по созданию изделий и их составных частей (ГОСТ РВ15.203 -2014)

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

*ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ*

*КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ*  
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

УПРАВЛЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В  
КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ (ПРОФИЛЬ 1 НИИ КС) (МОДУЛЬ):

«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АНТЕНН  
ТЕЛЕМЕТРИИ»

**Направление подготовки:** 27.03.04 Управление в технических системах

**Профиль:** Информационные системы и средства управления техническими процессами

**Уровень высшего образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная

Королев  
2023

## 1. Общие положения

**Целью** изучения дисциплины является:

Предоставить бакалаврам возможность получить знания и практический опыт по вопросам:

- основы теории распространения радиоволн;
- технические характеристики антенн;
- антенны, применяемые для передачи телеметрической информации;
- порядок проектирования антенных систем для радиотелеметрических комплексов.

**Задачи дисциплины:**

- ознакомление с методикой расчета энергетических характеристик космической радиолинии; нормативно – техническими документами, регламентирующими порядок разработки конструкторской документации на АФУ; технологией изготовления агрегатов и узлов антенно-фидерных устройств;
- обучение формированию структуры комплекта радиотехнического оборудования антенны; для приема телеметрической информации с объектов РКТ: порядку разработки конструкторской документации на антенную систему эксплуатации антенных систем в составе радиотелеметрических комплексов;
- приобретение навыков самостоятельной работы с:
  - нормативно-технической документацией;
  - контрольно-измерительной аппаратурой;
  - конструкторской и эксплуатационной документацией.

## 2. Указания по проведению практических занятий

**Образовательные технологии:**

Технологии формирования ключевых компетентностей, мозговой штурм, круглый стол.

**Практическое занятие 1-2.**

**Тема: Применение АФУ в составе телеметрических комплексов**

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Тема и содержание практического занятия: Порядок монтажа, пуско – наладочных работ и ввода в эксплуатацию антенных систем. Порядок выполнения сеанса телеметрических измерений. Порядок проведения регламентных и ремонтных работ. Ведение и оформление эксплуатационной документации.

*Цель работы:* Получить практические знания

*Основные положения темы занятия:*

В контакте с преподавателем освоить порядок проведения монтажа, пуско – наладочных работ и ввода в эксплуатацию антенных систем, проведение сеанса приема телеметрической информации, порядок проведения регламентных и ремонтных работ на объекте эксплуатации, ведение и оформление эксплуатационной документации (паспорт, формуляр, технические условия).

Продолжительность занятия – 4 ч.

### **Практическое занятие 3-6.**

**Тема: Порядок работы с контрольно – измерительными приборами, необходимыми для определения технического состояния АФУ**

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Тема и содержание практического занятия: Виды контрольно – измерительных приборов. Техника безопасности при работе с контрольно – измерительными приборами. Поверка контрольно – измерительных приборов.

*Цель работы:* Получить практические знания

*Основные положения темы занятия:*

С преподавателем на измерительном стенде освоить основные принципы работы с приборами и средствами измерений для проверки работоспособности антенн; освоить основные положения техники безопасности при работе с контрольно-измерительными приборами.

Продолжительность занятия – 8 ч.

### **Практическое занятие 7.**

**Тема: Измерение основных параметров антенн.**

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Тема и содержание практического занятия: Методика и порядок проведения измерений технических параметров антенн различных диапазонов частот. Измерение коэффициента стоячей волны антенны. Измерение и расчет коэффициента усиления и эффективной площади антенн. Измерение и построение диаграммы направленности антенны.

*Цель работы:* Получить практические знания

*Основные положения темы занятия:*

С преподавателем на измерительном стенде освоить методику проведения измерений технических параметров антенн различных диапазонов частот. Под руководством преподавателя выполнить самостоятельное измерение и расчет основных параметров антенн: коэффициент стоячей волны, коэффициент усиления, диаграмму направленности, эффективную площадь.

Продолжительность занятия – 2 ч.

## Практическое занятие 8.

### Тема: Моделирование антенн в среде HFSS.

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Тема и содержание практического занятия: Общие сведения о программной среде HFSS. Моделирование одиночных излучателей различных диапазонов частот. Моделирование антенных решеток различных диапазонов частот.

*Цель работы:* Получить практические знания

*Основные положения темы занятия:*

В контакте с преподавателем освоить методы построения конструкции и расчета параметров антенных излучателей и антенных систем различных диапазонов.

Продолжительность занятия – 2 ч.

### 3. Указания по проведению лабораторного практикума

Не предусмотрен учебным планом.

### 4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

**Самостоятельная работа студентов** является одной из важнейших составляющих образовательного процесса. Самостоятельная работа проводится в виде подготовки к практическим занятиям, подготовки и написания докладов, выполнения индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы, подготовки к участию в научно-практических конференциях, подготовки к сдаче зачета.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов проводится в письменной, устной или смешанной форме по представлению студентами продуктов своей творческой деятельности или результатам демонстрации своих знаний и умений.

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1.	Тема 1. Основы теории антенн	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Основы теории распространения радиоволн. 2. Назначение антенн. 3. Основные технические характеристики антенн
2.	Тема 2. Типы АФУ, применяемых в радиотелеметрических комплексах	Примерные темы докладов 1. Параболические антенны 2. Фазированные антенные решетки 3. Щелевые антенны 4. Согласующие и трансформирующие элементы в антенно-фидерных устройствах 5. Структура антенн для приема телеметрической



		информации с объектов РКТ
3.	Тема 3. Структура антенн для приема телеметрической информации с объектов РКТ	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Параболические (зеркальные) антенны. Структура и принцип действия. 2. Фазированные антенные решетки. Классификация. Активные фазированные решетки 3. Щелевые антенны 4. Антенны бегущей волны 5. Вибраторные антенны. Распространение тока и заряда вблизи вибратора 6. Фильтры и согласующие цепи СВЧ
4.	Тема 4. Порядок разработки, учета, хранения и обращения конструкторской документации	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Основные ГОСТы, ОСТы и стандарты предприятия, устанавливающие правила разработки, учета, хранения и обращения конструкторской документации. 2. Основные этапы разработки, учета, хранения и обращения конструкторской документации.
5.	Тема 5. Применение АФУ в составе телеметрических комплексов	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Порядок монтажа, пуска – наладочных работ и ввода в эксплуатацию антенных систем. 2. Порядок выполнения сеанса телеметрических измерений. 3. Порядок проведения регламентных и ремонтных работ.
6.	Тема 6. Порядок работы с контрольно – измерительными приборами, необходимыми для определения технического состояния АФУ	1. Самостоятельное проведение калибровки и подготовки средств измерений.
7.	Тема 7. Измерение основных параметров антенн	1. Измерение коэффициента стоячей волны одиночных излучателей различных диапазонов. 2. Измерение и расчет коэффициента усиления и эффективной площади одиночных излучателей различных диапазонов. 3. Измерение и построение диаграммы направленности одиночных излучателей различных диапазонов. 4. Составление отчета измерений.
8.	Тема 8. Моделирование антенн в среде HFSS	1. Освоение принципов построения конструкции антенн и антенных систем в программе HFSS. 2. Расчет основных параметров антенн и антенных систем в программе HFSS.

## 5. Указания по проведению контрольных работ

Основной целью контрольной работы является закрепление основных положений дисциплины. Контрольная работа может включать в себя рассмотрение теоретических вопросов дисциплины, а также их практическое приложение.

### 5.1. Требования к структуре

Структура контрольной работы должна способствовать раскрытию темы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы.

### 5.2. Требования к содержанию (основной части)

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования (для теоретических вопросов) и методы решения задачи (для практических заданий).

2. При определении целей и задач необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.

3. Основная часть работы включает 2-4 вопроса по выбранной тематике, каждый из которых посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.

4. Приветствуется иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами, скрин-шотами и т.п.).

5. Необходимо давать ссылки на используемую Вами литературу.

6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования и результаты решения задачи.

7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

### 5.3. Требования к оформлению

Объём контрольной работы – 10-15 печатных страниц формата А4, напечатанного с одной стороны текста. Титульный лист – принятый в «УНИВЕРСИТЕТА» для оформления подобных видов работ. Оформляется в MS Word или другом текстовом редакторе по следующим правилам:

1. Шрифт TimesNewRoman, кегль 12-14, интервал между строками 1,5 строки, поля: верхнее и нижнее по 2 см, левое – 3 см, правое – 1 см. Отступ первой строки – 1,25см.
2. Все заголовки оформляются стилями заголовков. При этом необходимо изменить шрифт на TimesNewRoman, кегль до 16 (в зависимости от уровня заголовка), цвет черный.
3. Содержание (оглавление) оформляется по всем требованиям текстового процессора
4. Обязательное наличие списка используемых источников. При этом в тексте указать в квадратных скобках номер используемого источника (литературы)

## **6. Указания по проведению курсовых работ**

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

4. Зырянов, Ю.Т. Антенны: учебное пособие / Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин, О.А. Белоусов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ТГТУ, 2021. - 128 с. : - URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278016>
5. Устройства СВЧ и антенны : учебник / Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет ; под ред. А.А. Филонов. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2021. - 492 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364513>
6. Гошин, Г.Г. Устройства СВЧ и антенны : учебное пособие / Г.Г. Гошин. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2021. - Ч. 2. Антенны. - 160 с. ; - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208588>

### **Дополнительная литература:**

4. Баланис, К.А. Введение в смарт-антенны / К.А. Баланис, П.И. Иоанидес ; под ред. В.В. Попов. - М. : РИЦ "Техносфера", 2012. - 200 с - URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=214287>

5. Мительман, Ю.Е. Измерение параметров антенн : учебно-методическое пособие / Ю.Е. Мительман, С.Н. Шабунин, Н.С. Князев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина ; под общ. ред. С.Н. Шабунин. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 58 с. : - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276001>
6. Жуков, В.М. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем радиосвязи : учебное пособие / В.М. Жуков, А.Н. Сысоев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. - 81 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277944>

#### **Рекомендуемая литература:**

1. Марков Г.Т., Сазонов Д.М. Антенны. Учебник для студентов радиотехнических специальностей вузов. Издание 2-е, перераб. и доп. М.: Энергия, 1975.
2. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: Учеб. для радиотехнич. спец. вузов. - М.: Высш. шк., 1988.
3. Монзинго Р.А., Миллер Т.У. Адаптивные антенные решетки. М.: Радио и связь, 2006.
4. Пистолькорс А.А., Литвинов О.С. Введение в теорию адаптивных антенн. М.: Наука, 2001.
5. Григоров И.Н. Практические конструкции антенн. М.: ДМК Пресс, 2005. – 352 с.: ил.
6. Проблемы антенной техники. Под ред. Л.Д.Бахраха, Д.И.Воскресенского. 2007, Сб. науч. трудов. Н.Новгород: Изд-во ИПФ РАН
7. К. Ротхаммель. Антенны. Издание 11-ое, испр. Том 1. – М.: Лайт-ЛТД, 2007. – 414 с.
8. С.Е. Банков, А.А. Курушин. Проектирование СВЧ устройств и антенн с Ansoft HFSS. – Москва, 2009 с. – 736 с.

#### **Электронные книги:**

1. [http://ipso.ioso.ru/distance/HFSS\\_Exam\\_v4.pdf](http://ipso.ioso.ru/distance/HFSS_Exam_v4.pdf) Банков С.Е., Курушин А.А. Расчет антенн и СВЧ структур с помощью HFSS Ansoft

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://rkniga.ru/> - библиотека радилюбителя
2. <http://rbook.ucoz.ru> – радилюбительская библиотека
3. <http://www.diagram.com.ua/> - Диаграмма. Библиотека по электронике и электротехнике
4. <http://www.antenna-su.ru/> - Антенно-фидерные устройства для радилюбителей и профессионалов

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

**Перечень программного обеспечения:** *LibreOffice*,

**Информационные справочные системы:**

1. Электронные ресурсы образовательной среды Университета.
2. Информационно-справочные системы Консультант +, Гарант.