

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

Д.Ш. Султанова

«07» июня 2021 г.



Рабочая программа дисциплины в виде электронного документа выгружена из информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу  
Простая электронная подпись, ID подписи: 1060  
Подписал Проректор по учебной работе Д.Ш. Султанова  
Дата 07.06.2021

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине «АНТЕННЫ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН»

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Направление подготовки:  | 10.03.01 Информационная безопасность   |
| Профиль:                 | Безопасность телекоммуникационных систем (по отрасли или в сфере профессиональной деятельности)  |
| Квалификация выпускника: | Бакалавр   |
| Форма обучения:          | Очно-заочная   |
| Институт:                | Инжиниринговый центр в области химии и технологии энергонасыщенных материалов "Спецхимия"  |
| Факультет:               | Инжиниринговый центр в области химии и технологии энергонасыщенных материалов "Спецхимия"  |
| Кафедра-разработчик:     | Казанский межвузовский инженерный центр "Новые технологии" федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Казанский национальный исследовательский технологический университет" |
| Курс; семестр            | 2; 4   |

| Вид нагрузки                      | Часы | Зачётные единицы |
|-----------------------------------|------|------------------|
| Лекция                            | 18   | 0,5              |
| Лабораторная работа               | 36   | 1                |
| Контроль самостоятельной работы   | 45   | 1,25             |
| Самостоятельная работа            | 90   | 2,5              |
| Форма аттестации: Экзамен (4 сем) | 27   | 0,75             |
| Всего                             | 216  | 6                |

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта (приказ № 1427 от 17.11.2020) по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность для профиля «Безопасность телекоммуникационных систем (по отрасли или в сфере профессиональной деятельности)» на основании учебных планов набора обучающихся 2021 года.

Разработчик программы:

Старший преподаватель

А.В. Толмачева

---

### **СОГЛАСОВАНО**

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании Казанского межвузовского инженерного центра "Новые технологии" федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Казанский национальный исследовательский технологический университет", протокол от 19.05.2021 г. № 6.

Директор *Согласовано* А.Ф. Махоткин

### **УТВЕРЖДЕНО**

Начальник центра УМЦ

*Утверждаю*

Л.А. Китаева

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Антенны и распространение радиоволн» являются:

- обучение специалистов комплексно анализировать возможные угрозы и создавать адекватную модель нарушителя, решать конкретные задачи заданной степени сложности в рамках модели, а также содействовать фундаментализации образования и развитию системного мышления.
- формирование компетенций, в рамках которых обучающийся должен знать требования к антеннам и их параметры, физические основы работы антенн, классификацию радиочастот (радиоволн), специфику распространения радиоволн с учетом влияния окружающей среды;
- умение рассчитывать характеристики направленности одиночных излучателей, дискретных антенных решеток и возбужденных поверхностей (апертур), вычислять их коэффициент направленного действия (коэффициент усиления), а также оценивать основные потери при работе радиолиний в различных условиях

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Антенны и распространение радиоволн» относится к формируемой участниками образовательных отношений части ООП и формирует у обучающихся по профилю «Безопасность телекоммуникационных систем (по отрасли или в сфере профессиональной деятельности)» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Антенны и распространение радиоволн» обучающийся по направлению подготовки 10.03.01 «Информационная безопасность» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Измерения в телекоммуникационных системах
2. Физика

Дисциплина «Антенны и распространение радиоволн» является предшествующей и необходима для успешного освоения последующих дисциплин:

1. Аппаратные средства телекоммуникационных систем
2. Теория электросвязи
3. Цифровая обработка сигналов

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

**ПК-1 Способен эксплуатировать средства обеспечения информационной безопасности телекоммуникационных систем**

ПК-1.1. Знает методы и средства обеспечения информационной безопасности телекоммуникационных систем

ПК-1.2. Умеет соотносить функционал телекоммуникационных систем средств обеспечения информационной безопасности с реализуемыми процедурами обеспечения информационной безопасности

ПК-1.3. Владеет навыками выполнения регламентных работ по эксплуатации средств защиты информации

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**Знать:**

методы защиты компьютерной информации

особенности реализации методов и средств обеспечения информационной безопасности

телекоммуникационных систем

**Уметь:**

обеспечивать информационную безопасность телекоммуникационных систем

соотносить функционал телекоммуникационных систем средств с реализуемыми процедурами обеспечения информационной безопасности

**Владеть:**

навыками реализации методов и средств обеспечения информационной безопасности телекоммуникационных систем

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

| № п/п | Раздел дисциплины  | Семестр  | Виды учебной работы (в часах) |                      |              |           |           | Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации |
|-------|--|----------|-------------------------------|----------------------|--------------|-----------|-----------|--|
|       |  |          | Лекция                        | Практические занятия | Лабораторные | КСР       | СРС       |  |
| 1     | 2  | 3        | 4                             | 5                    | 6            | 7         | 8         | 9  |
| 1.    | Антенны и фидеры – назначение и параметры.                             | 4        | 3                             |                      | 6            | 7         | 15        | Лабораторная работа  |
| 2.    | Элементарные излучатели электромагнитных волн                          | 4        | 3                             |                      | 6            | 7         | 15        |  |
| 3.    | Линейные симметричные электрические вибраторы в свободном пространстве | 4        | 3                             |                      | 6            | 8         | 15        |  |
| 4.    | Направленные свойства антенных решеток                                 | 4        | 3                             |                      | 6            | 7         | 15        |  |
| 5.    | Излучение возбужденных поверхностей                                    | 4        | 3                             |                      | 6            | 8         | 15        |  |
| 6.    | Влияние окружающей среды на распространение радиоволн                  | 4        | 3                             |                      | 6            | 8         | 15        | Лабораторная работа;<br>Экзамен                                      |
|       | <b>Итого по семестру</b>   | <b>4</b> | <b>18</b>                     |                      | <b>36</b>    | <b>45</b> | <b>90</b> | <b>Экзамен</b>   |

#### 5. Содержание лекционных занятий по темам

| № п/п | Раздел дисциплины  | Часы | Тема лекционного занятия  | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|--|------|---|-----------------------------------|
| 1     | 2  | 3    | 4   | 5                                 |
| 1.    | Антенны и фидеры – назначение и параметры.                             | 1    | Обобщенная структурная схема линии радиосвязи                                   | ПК-1.1                            |
| 2.    |  | 1    | Общие требования, предъявляемые к антеннам и фидерам                            | ПК-1.1                            |
| 3.    |  | 1    | Параметры передающих антенн   | ПК-1.1                            |
| 4.    | Элементарные излучатели электромагнитных волн                          | 1    | Элементарный электрический излучатель   | ПК-1.1                            |
| 5.    |  | 1    | Элементарные магнитные излучатели   | ПК-1.1                            |
| 6.    |  | 1    | Элемент Гюйгенса  | ПК-1.1                            |
| 7.    | Линейные симметричные электрические вибраторы в свободном пространстве | 1    | Одиночный линейный симметричный электрический вибратор в свободном пространстве | ПК-1.1                            |
| 8.    |  | 2    | Излучение двух линейных симметричных электрических                              | ПК-1.1                            |

| № п/п | Раздел дисциплины                                     | Часы      | Тема лекционного занятия   | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|---|-----------|--|-----------------------------------|
| 1     | 2   | 3         | 4  | 5                                 |
|       |   |           | вибраторов   |                                   |
| 9.    | Направленные свойства антенных решеток                | 1         | Линейные антенные решетки  | ПК-1.1                            |
| 10.   |   | 2         | Плоские антенные решетки   | ПК-1.1                            |
| 11.   | Излучение возбужденных поверхностей                   | 1         | . Общие сведения об апертурных антеннах и особенностях методов их                      | ПК-1.1                            |
| 12.   |   | 1         | Излучение возбужденной плоской круглой поверхности                                     | ПК-1.1                            |
| 13.   |   | 1         | Коэффициент направленного действия возбужденной поверхности                            | ПК-1.1                            |
| 14.   | Влияние окружающей среды на распространение радиоволн | 1         | Общие сведения о радиоволнах, областях их применения и реальных средах распространения | ПК-1.1                            |
| 15.   |   | 1         | Естественные среды распространения радиоволн   | ПК-1.1                            |
| 16.   |   | 1         | Основные типы радиоволн  | ПК-1.1                            |
|       | <b>ВСЕГО</b>  | <b>18</b> |  |                                   |

## 6. Содержание практических/семинарских занятий

Проведение практических/семинарских занятий не предусмотрено учебным планом

## 7. Содержание лабораторных занятий

| № п/п | Раздел дисциплины  | Часы      | Тема занятия   | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|--|-----------|--|-----------------------------------|
| 1     | 2  | 3         | 4  | 6                                 |
| 1.    | Антенны и фидеры – назначение и параметры.                             | 6         | Исследование простых вибраторных антенн                            | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3        |
| 2.    | Элементарные излучатели электромагнитных волн                          | 6         | Исследование рупорных антенн                                       | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3        |
| 3.    | Линейные симметричные электрические вибраторы в свободном пространстве | 6         | Исследование зеркальных антенн                                     | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3        |
| 4.    | Направленные свойства антенных решеток                                 | 6         | Исследование фазированных антенных решеток (ФАР)                   | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3        |
| 5.    | Излучение возбужденных поверхностей                                    | 6         | Исследование характеристик направленности симметричных вибраторов  | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3        |
| 6.    | Влияние окружающей среды на распространение радиоволн                  | 6         | Исследование характеристик направленности мультивибраторных антенн | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3        |
|       | <b>ВСЕГО</b>   | <b>36</b> |  |                                   |

## 8. Самостоятельная работа

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу  | Часы | Форма СРС                        | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|--|------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1     | 2  | 3    | 5                                | 6                                 |
| 1.    | Параметры приемных антенн. Входное сопротивление. Коэффициент отражения и волновые режимы работы фидера. | 15   | подготовка к лабораторной работе | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3        |

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу  | Часы      | Форма СРС   | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|--|-----------|---|-----------------------------------|
| 1     | 2  | 3         | 5   | 6                                 |
|       | Фидеры передающих и приемных антенн. Требования, предъявляемые к фидерам, и некоторые их параметры   |           |   |                                   |
| 2.    | Структура поля в дальней зоне элементарного электрического излучателя. Элементарные магнитные излучатели. Элементарный щелевой излучатель. Элементарная электрическая рамка  | 15        | подготовка к лабораторной работе                        | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3        |
| 3.    | Распределение тока по длине вибратора. Излучение двух линейных симметричных электрических вибраторов. Входное сопротивление связанных вибраторов. Система из первичного и вторичного излучателей   | 15        | подготовка к лабораторной работе                        | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3        |
| 4.    | Линейные антенные решетки. Режим нормального излучения. Понятие о непрерывном линейном излучателе. Плоские антенные решетки. Понятие о кольцевых антенных решетках   | 15        | подготовка к лабораторной работе                        | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3        |
| 5.    | Общие сведения об апертурных антеннах и особенностях методов их анализа. Направленные свойства идеальной плоской круглой поверхности. Влияние фазовых искажений на направленные свойства возбужденной поверхности                                      | 15        | подготовка к лабораторной работе                        | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3        |
| 6.    | Диапазоны радиоволн — классификация, области применения. Естественные среды распространения радиоволн. Распространение радиоволн в свободном пространстве. Влияние земли на распространение радиоволн. Влияние тропосферы на распространение радиоволн | 15        | подготовка к лабораторной работе, подготовка к экзамену | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3        |
|       | <b>ВСЕГО</b>   | <b>90</b> |   |                                   |

### 8.1 Контроль самостоятельной работы

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу   | Часы | Форма КСР                 | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|---|------|---------------------------|-----------------------------------|
| 1     | 2   | 3    | 5                         | 6                                 |
| 1.    | Параметры приемных антенн. Входное сопротивление. Коэффициент отражения и волновые режимы работы фидера. Фидеры передающих и приемных антенн. Требования, предъявляемые к фидерам, и некоторые их параметры | 7    | прием лабораторной работы | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3        |
| 2.    | Структура поля в дальней зоне элементарного электрического излучателя. Элементарные магнитные излучатели. Элементарный щелевой излучатель. Элементарная электрическая рамка                                 | 7    | прием лабораторной работы | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3        |
| 3.    | Распределение тока по длине вибратора. Излучение двух линейных симметричных электрических вибраторов. Входное сопротивление связанных вибраторов. Система из первичного и вторичного излучателей            | 8    | прием лабораторной работы | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3        |
| 4.    | Линейные антенные решетки. Режим нормального излучения. Понятие о   | 7    | прием лабораторной работы | ПК-1.1<br>ПК-1.2                  |

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу  | Часы      | Форма КСР                                 | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|--|-----------|---|-----------------------------------|
| 1     | 2  | 3         | 5   | 6                                 |
|       | непрерывном линейном излучателе. Плоские антенные решетки. Понятие о кольцевых антенных решетках   |           |   | ПК-1.3                            |
| 5.    | Общие сведения об апертурных антеннах и особенностях методов их анализа. Направленные свойства идеальной плоской круглой поверхности. Влияние фазовых искажений на направленные свойства возбужденной поверхности                                      | 8         | прием лабораторной работы                 | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3        |
| 6.    | Диапазоны радиоволн — классификация, области применения. Естественные среды распространения радиоволн. Распространение радиоволн в свободном пространстве. Влияние земли на распространение радиоволн. Влияние тропосферы на распространение радиоволн | 8         | прием лабораторной работы, прием экзамена | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3        |
|       | <b>ВСЕГО</b>   | <b>45</b> |   |                                   |

## 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Антенны и распространение радиоволн» используется рейтинговая система. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. За контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

| Оценочные средства  | Кол-во | Мин.баллов | Макс.баллов |
|---------------------|--------|------------|-------------|
| <b>4-й семестр</b>  |        |            |             |
| Лабораторная работа | 6      | 36         | 60          |
| Экзамен             | 1      | 24         | 40          |
| <b>Итого</b>        |        | <b>60</b>  | <b>100</b>  |

## 10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и итоговой аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

## 11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Антенны и распространение радиоволн» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

| Основные источники информации  | Количество экземпляров  |
|--|---|
| Ю. И. Буянов, Г. Г. Гошин, Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства [Прочее] учебное пособие: Томск : ТУСУР, 2013 | <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480512">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480512</a><br>Режим доступа: по подписке КНИТУ |
| А. Н. Сысоев, В. М. Жуков, Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем радиосвязи [Прочее] учебное пособие:   | <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277944">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277944</a><br>Режим доступа: по подписке КНИТУ |

|  |   |
|--|---|
| Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013   |   |
| О. А. Белоусов, П. А. Федюнин, Ю. Т. Зырянов, Основы радиотехнических систем [Электронный ресурс] : Санкт-Петербург : Лань, 2021 | <a href="https://e.lanbook.com/book/168859">https://e.lanbook.com/book/168859</a><br>Режим доступа: по подписке КНИТУ |

### 11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

| Дополнительные источники информации  | Количество экземпляров  |
|--|---|
| В. М. Жуков, А. Н. Сысоев, Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем радиосвязи [Электронный ресурс] Учебное пособие: Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013                      | <a href="http://www.iprbookshop.ru/64563.html">http://www.iprbookshop.ru/64563.html</a><br>Режим доступа: по подписке КНИТУ |
| Ю. Т. Зырянов, О. А. Белоусов, П. А. Федюнин, Основы радиотехнических систем [Электронный ресурс] : Санкт-Петербург : Лань, 2021   | <a href="https://e.lanbook.com/book/168859">https://e.lanbook.com/book/168859</a><br>Режим доступа: по подписке КНИТУ       |
| А. Н. Телешева, А. А. Ищук, Л. К. Андрусевич, Антенно-фидерные устройства [Электронный ресурс] Методические указания по курсовому проектированию: Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2013 | <a href="http://www.iprbookshop.ru/55469.html">http://www.iprbookshop.ru/55469.html</a><br>Режим доступа: по подписке КНИТУ |

### 11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Антенны и распространение радиоволн» предусмотрено использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «Лань»: Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
3. Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>
4. ЭБС «Znanium.com»: Режим доступа: <http://znanium.com/>
5. ЭБС Университетская библиотека онлайн: Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
6. ЭБС IPR SMART: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
7. ЭБС BOOK.ru : Режим доступа: <https://www.book.ru/>
8. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>

**УНИЦ**  
*Согласовано*

### 11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Базы данных

Wiley Online Library: <https://onlinelibrary.wiley.com/>

Springer Nature: <https://link.springer.com/>

zbMath : <https://zbmath.org/>

Информационные справочные системы

## **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Антенны и распространение радиоволн»:

Офисные и деловые программы: ABBYY FineReader 9.0 проф;  
Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Russian;  
Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Professional Russian;  
Офисные и деловые программы: MS Office 2010-2016 Standard  
Архиватор 7 Zip  
Блокнот Notepad  
Яндекс Браузер

ПО для коллективной работы Microsoft Teams  
Научное ПО: Mathcad Education  
Научное ПО: MATLAB Academic (в комплекте с Simulink Academic)  
САПР: КОМПАС-3D LT v12

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием и техническими средствами обучения:

1. персональные компьютеры,
2. проектор;

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий оснащены комплектом материалов для электрических цепей и электрических машин, современные компьютеризированные стенды ЭОЭ2-С-К, ПЧАД1-С-К (лаб. № 123, 127), программный пакет «Work bench».

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой:

Е111; с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ.

## **13. Образовательные технологии**

Количество часов занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе по дисциплине «Антенны и распространение радиоволн» составляет 9 ч.

В процессе освоения дисциплины «Антенны и распространение радиоволн» используются следующие образовательные технологии:

- работа в малых группах;
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция- пресс-конференция, мини-лекция);
- системы дистанционного обучения;