

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Факультет физико-технический
Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий



УТВЕРЖДАЮ
проректор

П.А. Машаров

П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«АНТЕННЫЕ СИСТЕМЫ»

| | |
|---|------------------------------|
| Укрупненная группа направлений подготовки | 03.00.00 Физика и астрономия |
| Программа высшего образования | Программа бакалавриат |
| Направление подготовки | 03.03.03 Радиофизика |
| Профиль подготовки | Радиофизика |
| Квалификация | Бакалавр |
| Форма обучения | очная |


Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «**Антенные системы**» для обучающихся по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика (Профиль: Радиофизика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 912 (с изм. и доп.). Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.


Разработчик:

Ст. преподаватель
кафедры радиофизики
и инфокоммуникационных технологий

 В.В. Данилов

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий
Протокол от 26.03.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой

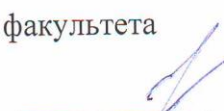
 В.В. Данилов

СОГЛАСОВАНО:


И.о. декана физико-технического факультета
28.03.2024 г.

 С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета
Протокол от 27.03.2024 г. № 2
Председатель

 В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной образовательной программы
д-р тех. наук, проф.
26.03.2024 г.

 В.В. Данилов

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

базовая подготовка по математике в объеме программы средней школы;
дисциплины программы бакалавриата: Алгебра, Аналитическая геометрия.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Электроника СВЧ / Электронные приборы СВЧ, Аппаратно-программные средства встроенных систем управления/ Микропроцессоры и микроконтроллеры в системах управления, Производственная практика: научно-исследовательская работа (обязательная), Производственная практика: преддипломная практика (обязательная).

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

| Наименование показателя | Значение показателя |
|---|---|
| Название образовательной программы | 03.03.03 Радиофизика (Программа бакалавриата Радиофизика) |
| Шифр и название в соответствии с учебным планом | Б1.В.ДВ.4.2 Антенные системы |
| Часть образовательной программы | Вариативная часть |
| Количество зачетных единиц / всего часов | 4 / 144 |

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

| Форма обучения | курс | семестр | Общее количество часов | | | | | Форма контроля |
|----------------|------|---------|------------------------|--------------|--------------|-----------------------------------|-------|----------------|
| | | | лекционных | лабораторных | практических | самостоятельной работы + контроль | всего | |
| Очная | 4 | 8 | 40 | 30 | - | 74 | 144 | экзамен |
| Очная, всего | 4 | 8 | 40 | 30 | - | 74 | 144 | экзамен |

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

На основе изучения антенных систем сформировать у бакалавров четкое представление о них, изучить радиотехнические характеристики и параметры передающих и приемных антенн, а также сформировать способы измерения их параметров.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Компетенции

| Компетенции | Индикаторы | Результаты обучения |
|---|--|---|
| ПК-2. Обладает достаточными знаниями в области электроники, электронной аппаратуры, в том числе СВЧ и оптического диапазона, антенно-фидерных | ПК-2.4. Обладает достаточными знаниями в области антенно-фидерных систем, необходимые при проведении научно- | ПК-2.4.1. Имеет углубленные знания о радиотехнических характеристиках и параметрах. ПК-2.4.2. Способен производить расчеты конструкций фидерного трансформатора и его характеристик, элементов |

| | | |
|---|--|--|
| систем, необходимыми при проведении научно-исследовательских работ и экспериментов по профилю подготовки. | исследовательских работ и экспериментов по профилю подготовки. | конструкции и диаграммы направленности одновибраторных антенн; ПК-2.4.3. Имеет знания о способах сканирования и задачах, решаемых с помощью антенных решеток. |
|---|--|--|

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

| Название темы | Краткое содержание темы (вопросы темы) |
|--|--|
| 1. Радиотехнические характеристики и параметры передающих и приемных антенн. | 1.1. Структурная схема антенны. 1.2. Характеристики направленности антенны. 1.3. Коэффициент направленного действия и коэффициент усиления. 1.4. Сопротивление антенны. 1.5. Действующая длина и эффективная площадь |
| 2. Вибраторные антенны. | 2.1. Цилиндрические вибраторы. 2.2. Биконические вибраторы. 2.3. Петлевой вибратор Пистолькорса. 2.4. Нагруженные симметричные вибраторы |
| 3. Спиральные антенны. | 3.1. Однозаходная цилиндрическая спиральная антенна. 3.2. Конические спиральные антенны. 3.3. Плоские спиральные антенны. Вопросы для самоконтроля |
| 4. Рупорные антенны. | |
| 5. Линзовые антенны. | 5.1. Диэлектрические линзы. 5.2. Металлические линзы. |
| 6. Щелевые антенны, антенны поверхностных волн, диэлектрические антенны. | 6.1. Щелевые антенны. 6.2. Антенны поверхностных волн. 6.3. Диэлектрические антенны. Вопросы для самоконтроля |
| 7. Антенные решётки. | 7.1. Поле системы излучателей, одинаково ориентированных в пространстве. 7.2. Равномерная линейная решетка излучателей. 7.3. Анализ множителя комбинирования. 7.4. Различные режимы излучения линейной решетки. 7.5. Способы сканирования и задачи, решаемые с помощью антенных решеток. 7.6. Фазированные антенные решетки. 7.7. Многолучевые антенные решетки. Вопросы для самоконтроля. |
| 8. Измерение параметров антенн. | 8.1. Измерение диаграмм направленности антенн. 8.2. Фазовые характеристики. 8.3. Поляризационные характеристики. 8.4. Коэффициент усиления. Вопросы для самоконтроля. |

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 4, семестр – 8

| Наименования разделов и тем | Количество часов | | | | |
|--|------------------|--------|--------|-------|-------|
| | Лекц. | Лабор. | Практ. | СРС+К | Всего |
| 1. Радиотехнические характеристики и параметры передающих и приемных антенн. | 5 | 3 | | 9 | 17 |
| 2. Вибраторные антенны. | 5 | 3 | | 9 | 17 |
| 3. Спиральные антенны. | 5 | 4 | | 10 | 19 |
| 4. Рупорные антенны. | 5 | 4 | | 10 | 19 |
| 5. Линзовые антенны. | 5 | 4 | | 9 | 18 |
| 6. Щелевые антенны, антенны поверхностных волн, диэлектрические антенны. | 5 | 4 | | 9 | 18 |
| 7. Антенные решётки. | 5 | 4 | | 9 | 18 |
| 8. Измерение параметров антенн. | 5 | 4 | | 9 | 18 |
| ИТОГО ЗА СЕМЕСТР | 40 | 30 | - | 74 | 144 |

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

1. Структурная схема антенны.
2. Характеристики направленности антенны.
3. Коэффициент направленного действия и коэффициент усиления.
4. Сопротивление антенны.
5. Действующая длина и эффективная площадь
6. Цилиндрические вибраторы.
7. Биконические вибраторы.
8. Петлевой вибратор Пистолькорса.
9. Нагруженные симметричные вибраторы
10. Однозаходная цилиндрическая спиральная антенна.
11. Конические спиральные антенны.
12. Плоские спиральные антенны. Вопросы для самоконтроля
13. Диэлектрические линзы.
14. Металлические линзы.
15. Щелевые антенны, антенны поверхностных волн, диэлектрические антенны.
16. Щелевые антенны.
17. Антенны поверхностных волн.
18. Диэлектрические антенны. Вопросы для самоконтроля
19. Поле системы излучателей, одинаково ориентированных в пространстве.
20. Равномерная линейная решетка излучателей.
21. Анализ множителя комбинирования.
22. Различные режимы излучения линейной решетки.
23. Способы сканирования и задачи, решаемые с помощью антенных решеток.
24. Фазированные антенные решетки.
25. Многолучевые антенные решетки. Вопросы для самоконтроля
26. Измерение диаграмм направленности антенн.
27. Фазовые характеристики.
28. Поляризационные характеристики.
29. Коэффициент усиления.

7.2. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Донецкий государственный университет

Физико-технический факультет

Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий

Программа высшего

Программа бакалавриата

образования

Направление подготовки

03.03.03 Радиофизика

Профиль подготовки

Радиофизика

Форма обучения

Очная

Семестр

Восьмой

Дисциплина

Антенные системы

Экзаменационный билет № 1

1. Щелевые антенны, антенны поверхностных волн, диэлектрические антенны.
 2. Фазированные антенные решетки.
 3. Фазовые характеристики.
- (все вопросы и задания билета)

Утверждено на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий,

протокол № __ от __.__.202__ г.

Заведующий кафедрой

В.В. Данилов

Экзаменатор

В.В. Данилов

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Семестр 1

| Номера разделов | Виды работ | Максимальное количество баллов |
|-----------------------|--|--------------------------------|
| 1-8 | Организационно-учебная работа в аудитории | 10 |
| | Самостоятельная работа | 20 |
| | Контрольные работы по практике | 20 |
| | Контрольная работа по теоретическому материалу | 10 |
| ИТОГО | | 60 |
| Экзамен | | 40 |
| Общий итог за семестр | | 100 |

Соответствие баллов оценке

| Количество баллов из 100 | ECTS | Оценка по пятибалльной шкале | |
|--------------------------|------|-----------------------------------|------------|
| | | Экзамен, дифференцированный зачет | Зачет |
| 90-100 | A | отлично | зачтено |
| 80-89 | B | хорошо | зачтено |
| 75-79 | C | | зачтено |
| 70-74 | D | удовлетворительно | зачтено |
| 60-69 | E | | зачтено |
| 35-59 | FX | неудовлетворительно | не зачтено |
| 0-34 | F | | не зачтено |

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере;
 - экзамен и зачет проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в корпусе №4 ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лекционных и практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.405).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Артемова Т.К. Антенны: учебное пособие/Т.К. Артемова, Н.И.Фомичев. Изд. 2-е, исправленное и дополненное; Яросл. Гос. Ун-т. –Ярославль: ЯрГУ, 2010.-108 с.
2. Антенно-фидерные устройства. Электронный учебник. Бирюкова О.В. Рязань, 2015.

11.2. Дополнительная литература

1. Ротхаммель, К. Антенны / К. Ротхаммель, А. Кришке. – Т. 1, 2. – М.: Данвел, 2005.
2. Гридин, Ю. И. Метод определения фазового центра антенн / Ю. И. Гридин, А. Н. Лукин, И. Ф. Струков // Изв. ВУЗов. Радиоэлектроника. – 1990. – № 3. – С. 43–47.
3. Гарматюк, С. С. Метод определения фазового фронта антенн / С. С. Гарматюк, В. Г. Шарварко // Изв. ВУЗов. Радиоэлектроника. – 1975. – № 7.
4. Кочержевский, Г. Н. Антенно-фидерные устройства / Г. Н. Кочержевский. – М.: Радио и связь, 1981.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. ЭБС Юрайт: электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. Электронно-библиотечная система ДонГУ: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. Электронный каталог Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. Электронный архив ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).