

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

СВЧ узлы современных средств связи и радиолокации

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность образовательной программы

Информационные системы и технологии

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.06.01 СВЧ узлы современных средств связи и радиолокации относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования подходов, решений и выводов по соответствующим научным и профессиональным проблемам	ПК-1.1: Знает методы обработки и интерпретации данных научных исследований ПК-1.2: Умеет собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований ПК-1.3: Имеет практический опыт сбора, обработки и интерпретации данных научных исследований	ПК-1.1: Знает особенности конструкции и работы основных элементов СВЧ узлов современных линий связи ПК-1.2: Умеет формулировать выводы к задачам профессиональной деятельности по соответствующему направлению исследований ПК-1.3: Умеет анализировать физические аспекты теории и возможности ее использования для расчета электродинамических характеристик основных элементов СВЧ узлов современных линий связи	Тест	Зачёт: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	

- занятия лекционного типа	22
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	1
самостоятельная работа	49
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Введение	8	2		2	6
Волны в линиях передачи	18	6		6	12
Резонаторы	14	4		4	10
Элементы СВЧ цепей	31	10		10	21
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	22	0	23	49

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Введение.

Предмет курса. Краткий исторический обзор становления электродинамики СВЧ узлов. Логическая структура курса, главные разделы.

Раздел 2. Волны в линиях передачи.

2.1. Общие свойства и основные типы волн в линиях передачи.

2.2. Граничные условия для различных типов волн в идеальной линии. Условие существования главной (ТЕМ) волны. Закрытые и открытые линии.

2.3. Дисперсионное уравнение. Волновые моды. Критическая частота. Длина волны, фазовая и групповая скорости. Волны в прямоугольном и круглом волноводах.

2.4. Затухание волн в линиях передачи.

2.5. Телеграфные уравнения для ТЕМ волн. Коаксиальная и микрополосковая линии.

2.6. Расчет отражений в линии. Формула преобразования импедансов. Согласование линии с нагрузкой.

2.7. Возбуждение линий передачи заданными источниками.

Раздел 3. Резонаторы.

- 3.1. Собственные электромагнитные колебания в идеальных полых резонаторах.
- 3.2. Затухание собственных колебаний в полых резонаторах.
- 3.3. Возбуждение резонатора заданными источниками.
- 3.4. Другие типы резонаторов. Описание на языке LC контуров.

Раздел 4. Элементы СВЧ цепей.

4.1. Четырехполосники в СВЧ цепях.

Волновые матрицы рассеяния и передачи.

4.2. Фильтры СВЧ.

Фильтры верхних частот (ФВЧ), фильтры нижних частот (ФНЧ), полосно-пропускающие (ППФ) и полосно-запирающие (ПЗФ) фильтры.

4.3. Многоплечные СВЧ узлы.

Y-тройник, двойной волноводный тройник.

4.4. Согласование СВЧ цепей. Широкополосное согласование.

4.5. Вентиль.

4.6. Циркуляторы.

Y-циркулятор, циркулятор на эффекте Фарадея.

4.7. Управляющие СВЧ-устройства.

Выключатели, коммутаторы, отражательные фазовращатели, проходные фазовращатели, аттенюаторы, ограничители мощности, модуляторы мощности и т.д.

4.8. Управляемые фильтры.

Перестраиваемые фильтры на ферритовых резонаторах.

4.9. Коммутационные диоды СВЧ.

4.10. Балансный модулятор и балансный смеситель.

4.11. Заключительные замечания. Некоторые наиболее интересные и перспективные современные тенденции в разработке и конструировании СВЧ устройств, основанные на успехах технологии изготовления новых электродинамических и электромеханических систем.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 3 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Фриск, В.В. Основы теории цепей. Лабораторный практикум на персональном компьютере.

[Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : СОЛОН-Пресс, 2009. — 192 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/13652> — Загл. с экрана.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

1. Низшей модой прямоугольного волновода с размерами поперечного сечения $a \times b (a > b)$ является

- 1) TM_{111}
- 2) TE_{35}
- 3) TE_{10}

2. Коэффициент отражения от нагрузки на конце линии равен нулю, если

- 1) нагрузка согласована с линией
- 2) всегда
- 3) никогда

3. Четырехполюсник, пропускающий СВЧ энергию без поглощения в одном направлении и не пропускающий в обратном, называется

- 1) вентилем
- 2) Y-тройником

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Минимально допустимый уровень знаний и выше. Допущенные ошибки не являлись грубыми. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи, возможны негрубые ошибки. Выполнены все задания.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				

<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»

не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Общие свойства и основные типы волн в линиях передачи.
2. Телеграфные уравнения. Коаксиальная и микрополосковая линии.
3. Четырехполюсники в СВЧ цепях. Волновые матрицы рассеяния и передачи.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Минимально допустимый уровень знаний и выше. Допущенные ошибки не являлись грубыми. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи, возможны негрубые ошибки. Выполнены все задания.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Никольский Вячеслав Владимирович. Электродинамика и распространение радиоволн : [учеб. пособие для радиотехн. специальностей вузов]. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1989. - 543 с. : ил. - ISBN 5-02-014033-3 (в пер.) : 1.60., 155 экз.
2. Вайнштейн Лев Альбертович. Электромагнитные волны. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 1988. - 440 с. : ил. - ISBN 5-256-00064-0 (в пер.) : 2.90., 225 экз.
3. Вольман Владимир Иосифович. Техническая электродинамика : учеб. для электротехн. ин-тов связи. - М. : Связь, 1971. - 487 с. : ил. - 1.31., 10 экз.
4. Сазонов Дмитрий Михайлович. Антенны и устройства СВЧ : [учеб. для вузов по специальности "Радиотехника"]. - М. : Высшая школа, 1988. - 430, [2] с. : ил. - ISBN 5-06-001149-6 : 1.40., 4 экз.
5. Микроэлектронные устройства СВЧ : [учеб. пособие для радиотехн. специальностей вузов] / [Г. И. Веселов и др.] ; под ред. Г. И. Веселова. - М. : Высшая школа, 1988. - 279, [1] с. : ил. - ISBN 5-06-001170-4 (в пер.) : 0.90., 2 экз.

6. Фуско Винсент. СВЧ цепи. Анализ и автоматизированное проектирование / пер. с англ. А. А. Вольман, А. Д. Муравцова ; под ред. В. И. Вольмана. - М. : Радио и связь, 1990. - 287, [1] с. : ил. - ISBN 5-256-00663-0 : 1.60., 1 экз.

Дополнительная литература:

1. Григорьев А. Д. Электродинамика и микроволновая техника : учебник / Григорьев А. Д. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 704 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-0706-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799562&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Не предусмотрено

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Павличенко Иван Александрович, кандидат физико-математических наук.

Рецензент(ы): Гавриленко Владимир Георгиевич, доктор физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Кудрин Александр Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18 декабря 2023г., протокол № 09/23.