

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт физики

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
д.ф.м.н., проф. Венин С.Б.  
"31" \_\_\_\_\_ 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Практикум по микроволновой технике

Направление подготовки бакалавриата

03.03.03 Радиофизика

Профиль подготовки бакалавриата

Информационные технологии и компьютерное моделирование в радиофизике

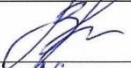


Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

очная

Саратов,  
2023

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Шунаев Владислав Викторович		31.08.2023
Председатель НМК	Скрипаль Анатолий Владимирович		31.08.2023
Заведующий кафедрой	Глухова Ольга Евгеньевна		31.08.2023
Специалист Учебного управления			

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Практикум по микроволновой технике» являются

- формирование у студентов представлений о физических процессах, происходящих в микроволновых лабораторных системах
- ознакомление студентов с экспериментальными методами исследования согласующих переходов в коаксиальных линиях, поверхностных антенн, кольцевых резонаторах;

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Данная учебная дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (Модули)» учебного плана ООП (Б1.В.13) и направлена на формирование у обучающихся профессиональных компетенций. Дисциплина осваивается в 7м семестре.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой физико-математической подготовкой, а также знаниями и навыками, полученными ранее в ходе изучения дисциплин «Электричество и магнетизм», «Электродинамика», «Введение в информационные технологии»

Компетенции, сформированные при изучении данной дисциплины, используются при изучении осваиваемой параллельно (в 7 семестре) дисциплины «Электродинамика СВЧ» и дисциплины «Теория СВЧ цепей», осваиваемой в 8 семестре.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-2. Способен применять методы радиофизических измерений и аналогового моделирования для решения научных и практических задач по исследованию сложных систем радиофизической и иной природы, разработки и модернизации радиоэлектронных устройств, узлов и элементов систем связи	<b>1.1_Б.ПК-2.</b> Знаком с методами радиофизических измерений и проведения экспериментальных наблюдений. Знаком с принципами разработки принципиальных схем аналоговых моделей исследуемых систем. <b>3.1_Б.ПК-1.</b> Способен проводить весь комплекс радиофизических измерений, разрабатывать и создавать аналоговые модели исследуемых систем и устройств, планировать и осуществлять	<b>Знать</b> устройство поверхностных антенн; характеристики плавного и трехступенчатого переходов <b>Уметь</b> измерять входные сопротивления четырёхполосников с помощью измерительной линии; исследовать согласующие переходы в коаксиальных линиях; определять требуемые характеристики фильтров низких частот; интерпретировать результаты, полученные с помощью измерительного СВЧ-оборудования <b>Владеть</b> навыками расчета коэффициента

	экспериментальные исследования характеристик и режимов функционирования радиоэлектронных устройств, узлов и элементов систем связи.	усиления антенны; навыками расчета двухканального делителям мощности СВЧ; навыками построения распределения электромагнитного поля в волноводах и резонаторах и диаграмм направленности антенн
--	---	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				ИКР	СР	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лабораторные занятия		Итого			
					Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	
7 семестр										
1	Раздел 1. Измерение параметров волноводных четырёхполюсников	7	1-4	0	7	3	0	11	Отчет по лабораторной работе	
2	Раздел 2. Исследование некоторых типов поверхностных антенн.	7	5-8	0	7	3	0	11	Отчет по лабораторной работе	
3	Раздел 3. Синтез и анализ СВЧ фильтров	7	9-12	0	7	3	0	11	Отчет по лабораторной работе	

	нижних частот.								
4	Раздел 4. Расчет двухканального делителя мощности СВЧ.	7	13-15	0	7	3	0	11	Отчет по лабораторной работе
	ИТОГО в 7-м семестре -108ч.			<b>0</b>	<b>28</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>44</b>	
	ВСЕГО				<b>72 ч.</b>				

## Содержание дисциплины

### 7 семестр

#### **Раздел 1. Измерение параметров волноводных четырёхполюсников.**

1.1 Волновые и классические матрицы четырёхполюсников и связь между ними

1.2 Виды четырёхполюсников. Взаимные четырёхполюсники. Симметричные четырёхполюсники. Реактивные четырёхполюсники

1.3 Соединения четырёхполюсников

1.4 Методы исследования неоднородностей.

#### **Раздел 2. Исследование некоторых типов поверхностных антенн.**

Волновая матрица передачи отрезка симметричных связанных линий. Волновая матрица передачи отрезка несвязанных линий. Волновая матрица передачи цепочки чередующихся связанных и несвязанных отрезков линий.

#### **Раздел 3. Синтез и анализ СВЧ фильтров нижних частот.**

Освоение программного пакета схемотехнического моделирования Qucs. Синтез и анализ фильтров нижних частот с чебышевской и максимально плоской характеристиками на основе элементов с сосредоточенными параметрами.

#### **Раздел 4. Расчет двухканального делителя мощности СВЧ.**

Изучение принципа деления (суммирования) мощности СВЧ. Расчет двухканального делителя мощности в одноволновом приближении и моделирование его схемотехнической модели на микрополосковой линии передачи.

#### **План лабораторных занятий**

На лабораторных занятиях студенты выполняют перечень заданий по тематическим разделам дисциплины. В дидактических материалах, выдаваемых преподавателем, к каждой работе имеется краткая теория, конкретное задание, алгоритм выполнения эксперимента, формы отчетности и методы расчета допускаемых погрешностей.

## 7 семестр

№ занятия	Тема	Задания для лабораторного практикума
1	2	3
1-4	Раздел 1. Измерение параметров волноводных четырёхполюсников.	№1
5-8	Раздел 2. Исследование некоторых типов поверхностных антенн.	№2
9-12	Раздел 3. Синтез и анализ СВЧ фильтров нижних частот.	№3
13-15	Раздел 4. Расчет двухканального делителя мощности СВЧ.	№4

### 5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При проведении занятий по данному курсу используются следующие активные и интерактивные формы обучения: компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Эффективность применения интерактивных форм обучения обеспечивается реализацией следующих условий:

- нахождение проблемной формулировки темы занятий, заданий, вопросов;
- мониторинг личностных особенностей и профессиональной направленности студентов;
- оценка результата совместной деятельности.

Использование интерактивных форм и методов обучения направлено на достижение ряда важнейших образовательных целей:

- стимулирование мотивации и интереса к конкретной дисциплине в общеобразовательном, общекультурном и профессиональном плане;
- повышение уровня активности и самостоятельности обучающихся;
- развитие навыков анализа, критичности мышления, взаимодействия, коммуникации.

При реализации различных видов учебной работы используются следующие современные образовательные технологии:

- Информационно-коммуникационные технологии;
- Проектные методы обучения;
- Исследовательские методы в обучении;
- Разноуровневое обучение.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, сопровождение тьюторами в образовательном пространстве. При

этом основной формой организации учебного процесса является интегрированное обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья, т.е. все студенты обучаются в смешенных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, благодаря чему легче адаптируются в социуме.

В рамках практической подготовки по данной дисциплине используются проектные задания, выполнение которых направлено на формирование таких профессиональных действий как проведение расчетов и экспериментальных измерений технических характеристик СВЧ устройств.

### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

В рамках самостоятельной работы студенты работают с методическими пособиями, подготовленными преподавателем; выполняют лабораторные работы; решают задачи по основным разделам курса; осуществляют подготовку к экзамену.

#### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

- рабочая программа дисциплины;
- учебники (приведены в списке литературы).

Фонд оценочных средств дисциплины включает в себя задания для самостоятельной работы, задания для лабораторного практикума, задания для контрольной работы, вопросы для проведения промежуточной аттестации.

Фонд оценочных средств оформлен в качестве приложения к учебной рабочей программе дисциплины «Спецпрактикум».

### **7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС**

Таблица 1.1 – Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
7	0	40	0	40	0	0	20	100

#### **Программа оценивания учебной деятельности студента**

\_\_\_7\_\_\_ семестр  
номер семестра

#### **Лабораторные занятия**

Контроль выполнения лабораторных заданий в течение одного семестра – от 0 до 40 баллов. Правильно выполненная и оформленная лабораторная работа оценивается в 5 баллов.

Критерий оценки:

- За 4 выполненные лабораторные работы – 40 баллов;
- За 3 выполненные лабораторные работы – 30 баллов;
- За 2 выполненные лабораторные работы – 20 баллов;
- За 1 выполненную лабораторную работу – 10 баллов.

### **Самостоятельная работа**

Выполнение домашних работ в течении семестра – от 0 до 60 баллов.

Критерий оценки:

- при полностью правильном выполнении студентом всех домашних заданий – 60 баллов;
- при частичном выполнении (правильно выполненных заданий – не менее 90%) – 48 баллов;
- при частичном выполнении (правильно выполненных заданий – не менее 70%) – 36 баллов;
- при частичном выполнении (правильно выполненных заданий – не менее 50%) – 24 балла;
- при частичном выполнении (правильно выполненных заданий – не менее 30%) – 12 баллов;
- в остальных случаях – 0 баллов.

### **Автоматизированное тестирование**

Не предусмотрено.

### **Другие виды учебной деятельности**

Не предусмотрены.

### **Промежуточная аттестация**

Форма промежуточной аттестации – зачет; количество баллов – от 0 до 20.

Материал усвоен полностью, студент свободно отвечает на вопросы по сути проделанных лабораторных работ - от 15 до 20 баллов;

Материал усвоен частично, студент отвечает на вопросы с несущественными ошибками - от 7 до 14 баллов;

Материал усвоен слабо, студент делает существенные ошибки в ответах, но способен исправить их под контролем преподавателя - от 1 до 6 баллов;

Материал не усвоен - 0 баллов.

Таблица 2.2 – Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Практикум по микроволновой технике» в оценку (зачет):

51-100 баллов	«зачтено»
0-50 баллов	«не зачтено»

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1. Техническая электродинамика: учебник / О. И. Фальковский. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2009. - 429, [3] с. В ЗНБ – 12 экз.
2. Электродинамика и микроволновая техника: учебник / А. Д. Григорьев. - 2-е изд., доп. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2007. - 703, [1] с. В ЗНБ – 12 экз.
3. Маслов, А. В. Моделирование волновых процессов в электродинамике: учебное пособие / А. В. Маслов. - Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2019. - 75 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/144988>. В ЭБС «Лань» – 113 экз.
4. Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие / В. В. Никольский, Т. И. Никольская. - 5-е изд. - Москва: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2011. – 542 с. (В ЗНБ СГУ – 114 экз.)
5. Скачков, В. А. Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие / В. А. Скачков. - Казань: КНИТУ-КАИ, 2020. - 298 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/193469>. В ЭБС «Лань».
6. Техническая электродинамика. - Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2014. - URL: <https://e.lanbook.com/book/180166> Ч. 1. - Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2014. - 220 с. В ЭБС «Лань».

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

*Интернет-ресурсы:*

1. Электронная библиотека СГУ <http://library.sgu.ru/>
2. Учебная физико-математическая библиотека – EqWorld <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>
3. Библиотека Естественных Наук РАН <http://www.benran.ru/>
4. Электронная библиотека «Наука и техника» <http://n-t.ru/>

*программное обеспечение:*

1. Программное обеспечение (ПО): ОС Windows (лицензионное ПО) или ОС Unix/Linux (свободное ПО).
2. Microsoft Office (лицензионное ПО) или OpenOffice/LibreOffice (свободное ПО).
3. Браузеры InternetExplorer, GoogleChrome (свободное ПО).

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- мультимедийный проектор;
- персональный компьютер, ноутбук;
- белая маркерная доска.



Для проведения лабораторных занятий необходимо лабораторное оборудование учебной лаборатории электрорадиотехники кафедры радиотехники и электродинамики (8-й учеб. корпус). Помещения соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности и охраны труда при проведении учебных работ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика (профиль «Информационные технологии и компьютерное моделирование в радиофизике»).

Автор: доцент кафедры радиотехники и электродинамики, к.ф.-м.н. В.В. Шунаев.

Программа одобрена в 2021 года (заседание кафедры радиотехники и электродинамики от 16.09.2021 года, протокол № 3).

Программа актуализирована в 2023 году (заседание кафедры радиотехники и электродинамики от 31.08.2023 года, протокол № 1).