

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**  
(факультет / институт / филиал)

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением президиума Ученого совета ННГУ  
протокол от  
«14» декабря 2021 г. № 4

**Рабочая программа дисциплины**

**Современные системы измерения на СВЧ**  
(наименование дисциплины (модуля))

---

Уровень высшего образования  
Специалитет  
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

---

Направление подготовки / специальность  
**11.05.02 - Специальные радиотехнические системы**  
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

---

Направленность образовательной программы  
**Прием, анализ и обработка сигналов системами специального назначения**  
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

---

Форма обучения  
очная  
(очная / очно-заочная / заочная)

---

Нижегород

2022 год

### 1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Данная дисциплина относится к вариативной части ОПОП и необязательна для освоения в 11 семестре 6 года обучения (электив).

#### Целями освоения дисциплины являются:

- теоретическое знакомство с архитектурой современных измерительных устройств в диапазоне СВЧ волн.
- изучение методик проведения измерений параметров сигналов и цепей в диапазоне СВЧ

### 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<b>ПК-2.</b> Способен проводить математическое и компьютерное моделирование, моделирование, а также экспериментальные исследования объектов и процессов в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений (этап освоения-завершающий)	<i>У1 (ПК-2)</i> Уметь применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств. <i>У2 (ПК-2)</i> Уметь проводить экспериментальные исследования в целях анализа и оптимизации параметров радио-электронных средств и апробации перспективных технических решений <i>З1 (ПК-2)</i> Знать основы моделирования и компьютерного проектирования радиоэлектронных средств, стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники. <i>З2 (ПК-2)</i> Знать математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиоэлектронных средств

### 3. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Современные системы измерения на СВЧ»

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 65 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, из которых 1 час на текущий контроль успеваемости), 16 часов лабораторные занятия, 16 часов практические занятия, 43 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)			В том числе										Самостоятельная работа обучающегося, часы		
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них												
				Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего			
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	
Тема 1 Особенности измерений на СВЧ. Понятие об измерительном тракте СВЧ. Основные типы измерительных трактов. Стандартные элементы измерительных трактов - разъемы, согласователи, нагрузки.	8			2			2			2					2	
Тема 2 Основные типы генераторов СВЧ, их параметры. Принципы построения измерительных генераторов, Синтезаторы частоты СВЧ диапазона.	10			4			2			2					2	
Тема 3 Панорамные методы измерения параметров СВЧ устройств. Метод разделения волн. Направленные ответвители. Структурные схемы панорамных приборов для измерения комплексных коэффициентов матрицы рассеяния	30			1 2			3			3					12	
Тема 4 Измерение параметров СВЧ радиосигналов. Осциллографические измерения. Измерение мощности СВЧ сигналов. Методы измерения	46			1 4			8			8					16	

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)			В том числе									Самостоятельная работа обучающегося, часы		
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них											
				Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа		Всего			
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная
поглощаемой и проходящей мощности СВЧ. Электронно-счетные методы измерения частоты на СВЧ. Резонансные методы измерения частоты на СВЧ. Анализ спектров сигналов в СВЧ диапазоне. Особенности анализаторов спектра СВЧ диапазона. Измерение коэффициента шума.															
Тема 5 Автоматизация измерений на СВЧ. Измерение параметров антенн в ближней зоне. Измерение параметров цепей в импульсном режиме.	14			2			2			2				8	
В т.ч текущий контроль	1														
Промежуточная аттестация - Зачёт															

#### 4. Образовательные технологии

Аудиторные лекционные занятия, использование мультимедийного проектора, разбор конкретных практических ситуаций.

#### 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа проводится обучающимися с помощью учебной литературы и контролируется на экзамене. Текущий контроль и промежуточной аттестации не предусмотрены

#### 6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Код компетенции: ПК-2

Индикаторы компетенции	ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможно 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, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможно 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 владения материалом. Невозможно 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 оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- U1 (ПК-2) Уметь применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств.  
 U2 (ПК-2) Уметь проводить экспериментальные исследования в целях анализа и оптимизации параметров радио-электронных средств и апробации перспективных технических решений

31 (ПК-2) Знать основы моделирования и компьютерного проектирования радиоэлектронных средств, стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники.

32 (ПК-2) Знать математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиоэлектронных средств

#### 6.2 Описание шкал оценивания (при использовании традиционных форм)

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме и заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

В случае получения оценки «Плохо» или «Неудовлетворительно» студенту присваивается **Незачет**, если же полученная оценка «Удовлетворительно» и выше студенту присваивается **Зачет**.

<b>Превосходно</b>	Ставится, если студент после подготовки с использованием конспектов лекций даёт исчерпывающий ответ на два контрольных вопроса, а также на дополнительно задаваемый экзаменатором вопрос из списка контрольных вопросов.
<b>Отлично</b>	Ставится, если студент после подготовки с использованием конспектов лекций даёт исчерпывающий ответ на два контрольных вопроса.
<b>Очень хорошо</b>	Ставится, если студент после подготовки с использованием конспектов лекций даёт ответ на два контрольных вопроса с рядом заметных ошибок.
<b>Хорошо</b>	Ставится, если студент после подготовки с использованием конспектов лекций даёт ответ на два контрольных вопроса не более, чем с двумя значительными ошибками.
<b>Удовлетворительно</b>	Ставится, если студент после подготовки с использованием конспектов лекций даёт исчерпывающий ответ на один контрольный вопрос с небольшими ошибками, либо даёт ответ на один или два контрольных вопроса с 3-4 значительными ошибками, либо хорошо ориентируется в темах контрольных вопросов с номерами 1-10.
<b>Неудовлетворительно</b>	Ставится, если есть слабые знания по вопросам 1-10, а знания по всем остальным вопросам отсутствуют.
<b>Плохо</b>	Ставится, если отсутствуют знания по всем вопросам.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.

*Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:*

- письменные ответы на вопросы.

*Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:*

- практические контрольные задания.

- Курсовые работы не предусмотрены.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

- 1) Особенности измерений на СВЧ. Понятие об измерительном тракте СВЧ.
- 2) Стандартные элементы измерительных трактов - разъемы, согласователи, нагрузки.
- 3) Основные типы генераторов СВЧ, их параметры. Принципы построения измерительных генераторов.
- 4) Синтезаторы частоты СВЧ диапазона.
- 5) Панорамные методы измерения параметров СВЧ устройств. Метод разделения волн. Направленные ответвители.
- 6) Структурные схемы панорамных приборов для измерения комплексных коэффициентов матрицы рассеяния
- 7) Измерение параметров СВЧ радиосигналов. Осциллографические измерения.
- 8) Измерение мощности СВЧ сигналов. Методы измерения поглощаемой и проходящей мощности СВЧ.
- 9) Электронно-счетные методы измерения частоты на СВЧ. Резонансные методы измерения частоты на СВЧ.
- 10) Анализ спектров сигналов в СВЧ диапазоне. Особенности анализаторов спектра СВЧ диапазона.
- 11) Измерение коэффициента шума.
- 12) Автоматизация измерений на СВЧ.
- 13) Измерение параметров антенн в ближней зоне.
- 14) Измерение параметров цепей в импульсном режиме.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

а) основная литература:

1. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс] : учебник / А. А. Филонов, А. Н. Фомин, Д. Д. Дмитриев [и др.] ; ред. А. А. Филонов. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. – 492 с. – ISBN 978-5-7638-3107-8 – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505864>
2. Глазов, Г.Н. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : ТУСУР, 2012. — 246 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4944>

б) дополнительная литература

1. Гошин, Г.Г. Устройства СВЧ и антенны. Часть 2. Антенны [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : ТУСУР, 2012. — 159 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4952>.

в) Интернет-ресурсы

<https://e.lanbook.com/>  
<http://znanium.com>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

-мультимедийный проектор

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО/ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению «Специальные радиотехнические системы», специальности (специализации) «Прием, анализ и обработка сигналов системами специального назначения».

Автор (ы) \_\_\_\_\_Владимиров И.А.  
Рецензент (ы) \_\_\_\_\_Горбунов А.А  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_Фитасов Е.С

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета

**Протокол 4/17 от 30.08.2022 года.**