

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет
Кафедра радиофизики**



ПРЕДТВЕРЖДАЮ
Декан ФФ, д.ф.-м.н
В.Е.Блинов
2022 г.

Рабочая программа дисциплины

ПРАКТИКУМ ПО ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ СВЧ

направление подготовки: **03.03.02 Физика**
направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)					
		Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем				
		Лекции	Семинары	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
7	72				64	6				2		
Всего 72 часа / 2 зачетные единицы из них: - контактная работа 66 часов Компетенции ПК-2												

Ответственный за образовательную программу,
д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы 3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 3
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу. 4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий. 5
5. Перечень учебной литературы. 6
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся. 6
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. 7
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. 7
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. 7
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине. 8

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Дисциплина «Практикум по электродинамике СВЧ» предназначена: для практического знакомства студентов-физиков с основными СВЧ элементами широко используемые в СВЧ технике, с методами и спецификой проведения радиоизмерений на сверхвысоких частотах; для закрепления теоретических знаний, полученных в ходе изучения курсов «Электродинамика СВЧ» и «Излучение и распространение радиоволн». Основной целью освоения дисциплины является: ознакомление с методами и спецификой проведения радиоизмерений на сверхвысоких частотах, практическое знакомство с основными СВЧ элементами, которые широко используются в СВЧ-технике, получение практических навыков работы с различными СВЧ приборами.

Для достижения поставленной цели выделяются задачи курса

1. Исследование направленного ответвителя.
2. Измерение мощности генерируемой магнетроном.
3. Исследование ферритового циркулятора.
4. Измерение полных сопротивлений с помощью измерительной линии
5. Измерение отражений от четырехполюсников.
6. Измерение параметров волноводных диафрагм.
7. Измерение добротности резонатора.
8. Измерение полей в объемном резонаторе методом малого возмущающего тела.
9. Исследование свойств рупорных и линзовых антенн.
10. Измерение добротности объемных резонаторов с помощью панорамного измерителя коэффициента передачи и КСВН.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующей профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способность использовать специализированные знания в области физики при решении научных и практических задач в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования	<p>ПК -2.2. Применяет теоретические основы и базовые представления научного исследования в выбранной области фундаментальной и/или экспериментальной физики в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p> <p>ПК -2.3. Использует специализированные знания в области физики при выборе методов расчета, проведении статистического анализа экспериментальных данных в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Знать основные СВЧ-элементы, используемые в СВЧ-технике, иметь представление о физических процессах, происходящих в СВЧ-элементах и приборах, которые используются в СВЧ технике; основные приемы и методы проведения радиоизмерений на сверхвысоких частотах.</p> <p>Уметь на практике применять теоретические знания: правильно поставить задачу, выбрать соответствующую схему измерений, подобрать необходимое СВЧ оборудование.</p> <p>Владеть навыками проведения радиоизмерений на сверхвысоких частотах.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Практикум по электродинамике СВЧ» является частью программы бакалавриата по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Дисциплина «Практикум по электродинамике СВЧ» опирается на следующие дисциплины данной образовательной программы:

- Математический анализ;
- Дифференциальные уравнения;
- Высшая алгебра;
- Функциональный анализ
- Электричество и магнетизм;
- Электродинамика

Освоение дисциплины «Практикум по электродинамике СВЧ» необходимо при подготовке и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Трудоемкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Семинары	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	72				64	6				2	
Всего 72 часа / 2 зачетные единицы											
из них:											
- контактная работа 66 часов											
Компетенции ПК-2											

Курс рассчитан на один семестр. Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лабораторные работы, самостоятельная работа студента (самостоятельная подготовка к выполнению очередной лабораторной работы), контроль выполнения лабораторной работы преподавателем, защита (сдача) сделанной лабораторной работы, дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: контроль выполнения работ, сдача выполненных лабораторных работ.

Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 2 зачетные единицы / 72 академических часа (из них предусмотрены 64 часа лабораторных работ, 6 часов самостоятельной работы).

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем составляет 66 часов.

Работа с обучающимися в интерактивных формах составляет 64 часа.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием от-ведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Данный курс является базовой дисциплиной для студентов интересующихся радиотехнической специализацией. Бурно растущее внедрение аппаратуры СВЧ в военную и космическую технику, физику, астрономию, связь, различные производства и т.д. привело к росту объема работ, связанного с измерениями при различного рода исследованиях, разработке и проектировании высокочастотных узлов, приборов и элементов техники СВЧ. Одновременно это стимулировало совершенствование измерительной техники и измерительной аппаратуры. Рассмотрению техники, работающей в СВЧ диапазоне, посвящено значительное число монографий, статей и учебных пособий. Несмотря на обилие литературы по отдельным вопросам явно недостаточно работ, в том числе и учебных пособий, охватывающих в одном издании основы всех разделов техники СВЧ. Особо следует выделить проблему техники проведения радиоизмерений на сверхвысоких частотах, так как по этой теме учебных пособий практически нет. В данном учебном курсе предпринята попытка более или менее равномерно охватить в относительно небольшом числе работ все основные разделы техники СВЧ, акцентируя внимание на выполнении радиоизмерений. Курсы, аналогичные этому, существуют в МИФИ, НГУС и других вузах в нашей стране и за рубежом.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы	Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)	
				лабораторные работы		
1	2	3	4	5	6	7
1	Прохождение техники безопасности. Вводная лекция.	1	3	3		
2	Исследование ферритового циркулятора	2,3	6,5	6	0,6	
3	Исследование направленного ответвителя	3,4	6,5	6	0,6	
4	Измерение мощности в диапазоне СВЧ	5,6	6,5	6	0,6	
5	Измерение полных сопротивлений с помощью измерительной линии	6,7	6,5	6	0,6	
6	Измерение отражений от четырехполосников	8,9	6,5	6	0,6	
7	Измерение параметров волноводных диафрагм	9,10	6,5	6	0,6	
8	Измерение добротности резонатора	11-12	5,5	5	0,6	
9	Измерение полей в объемном резонаторе методом малого возмущающего тела	12-13	6,5	6	0,6	
10	Рупорные и линзовые антенны	14-15	6,5	6	0,6	
11	Измерение добротности объемных резонаторов с помощью панорамного измерителя коэффициента передачи и КСВН	15-16	6,5	6	0,6	
12	Дифференцированный зачет	17				2
	Итого		72	64	6	2

Самостоятельная работа студентов (6 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельная подготовка к лабораторным работам, изучение методического пособия к работам	6

5. Перечень учебной литературы.

5.1. Основная литература

1. *Козырев Е. В., Запругаев И. А., Чернов К. Н.* “Лабораторные работы по электродинамике СВЧ”. Специальный практикум для радиофизиков. Новосибирск: Новосибирский гос. ун-т, 2008.

2. Учебные материалы по СВЧ практикуму. URL:

<http://www.phys.nsu.ru/kaf-rf/Лабораторные%20работы%20по%20электродинамике%20СВЧ/>

5.2. Дополнительная литература

1. *Вальднер О.А., Милованов О.С., Собенин Н.П.*, Техника сверхвысоких частот. Москва, Атомиздат, 1974.

2. *Шебалкова, Л.В.*, Электродинамика, антенны и СВЧ-устройства СБЛ : учебно-методическое пособие / Л. В. Шебалкова, В. Б. Ромодин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2020. — 75 с. — ISBN 978-5-7782-4142-8. URL: <http://www.iprbookshop.ru/99247.html>.

3. *Чебышев, В.В.*, Устройства СВЧ и антенны. Часть 1. Устройства СВЧ : учебное пособие / В. В. Чебышев. — Москва : Московский технический университет связи и информатики, 2014. — 51 с. — ISBN 2227-8397. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/61568.html>.

4. *Чебышев, В.В.*, Устройства СВЧ и антенны. Часть 2, учебное пособие / В. В. Чебышев. — Москва : Московский технический университет связи и информатики, 2015. — 46 с. — ISBN 2227-8397. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/61569.html>.

5. *Замотринский, В.А.*, Устройства СВЧ и антенны. Часть 1. Устройства СВЧ : учебное пособие / В. А. Замотринский, Л. И. Шангина. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 222 с. — ISBN 2227-8397. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/13996.html>.

6. *Шостак, А.С.*, Антенны и устройства СВЧ. Часть 1. Устройства СВЧ : учебное пособие / А. С. Шостак. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 125 с. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/14003.html>.

7. *Янке Е., Эмде Ф., Лёш Ф.* Специальные функции. Наука, 1977.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

1. «Лабораторные работы по Электродинамике СВЧ», URL: <http://www.phys.nsu.ru/kaf-rf/Лабораторные%20работы%20по%20электродинамике%20СВЧ/Лабораторные%20работы%20по%20электродинамике%20СВЧ.pdf>

2. Лабораторная работа 3 «Измерение мощности в диапазоне СВЧ», URL: http://www.phys.nsu.ru/kaf-rf/Лабораторные%20работы%20по%20электродинамике%20СВЧ/Lab_03_2010%201.pdf

3. Лабораторная работа 9. «Изучение свойств рупорных и линзовых антенн», URL: http://www.phys.nsu.ru/kaf-rf/Лабораторные%20работы%20по%20электродинамике%20СВЧ/Lab_09_2011.pdf

4. *Карлинер М.М.* Электродинамика СВЧ : Курс лекций; Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак., Каф. радиофизики. Новосибирск : НГУ, 1999. 226 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для успешного выполнения лабораторных работ, практикум оснащен следующим оборудованием:

- Генератор сигналов высокочастотный Г4-111 (2 шт.)
- Генератор сигналов высокочастотный Г4-83
- Генератор сигналов высокочастотный Г4-79
- Генератор сигналов высокочастотный Г4-141 (2 шт.)
- Генератор КГ-54-А
- Генератор AV1485
- Волноводный аттенюатор Д5-5 (2 шт.)
- Волноводная измерительная линия Р1-20
- Волноводная измерительная линия Р1-31
- Коаксиальная измерительная линия Р1-34
- Микровольтметр GVT-417В (4 шт.)
- Вольтметр В7-27А
- Радиолокационный измерительный прибор ГК4-19А
- Микроамперметр постоянного тока М-95 (2 шт.)
- Измеритель КСВН панорамный Р2-56
- Ваттметр поглощаемой мощности М3-51
- Цифровой осциллограф Tektronix TDS 2012В
- Цифровой осциллограф Tektronix TDS 1012
- Измеритель мощности фирмы Boonton: Индикаторный блок 4231А, измерительный преобразователь 51072
- Цифровой тестер V97
- Ноутбук Dell

Дисциплина обеспечена аудиторией, в которой имеются:

- десять рабочих мест, оснащенных соответствующим оборудованием;
- наглядные пособия в виде плакатов и рисунков;
- техническая документация и описания приборов;
- дополнительная литература по СВЧ технике.

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль:

Все лабораторные занятия проводятся в интерактивной форме. Перед началом работы студент самостоятельно изучает методическое пособие, пытается ответить на контрольные вопросы. Далее, преподаватель производит допуск, задавая ряд вопросов по будущей работе. Студент с помощью преподавателя формулирует план выполнения заданий, сформулированных в работе, и приступает к его выполнению.

Все лабораторные работы студент выполняет индивидуально, в любой момент он может обратиться к преподавателю за помощью, либо сам преподаватель может предложить помощь студенту при необходимости.

После выполнения задания, студент демонстрирует полученные результаты преподавателю, даёт объяснение изученным характеристикам и наблюдаемым явлениям. Сдача заданий в устной форме преподавателю направлена на формирование коммуникативных навыков, умения объяснять, логически излагать решение, быстро отвечать на вопросы преподавателя.

Промежуточная аттестация:

В процессе сдачи работ производится контроль формирования компетенции ПК-2. Освоение компетенций оценивается по пятибалльной шкале. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленные компетенции сформированы не ниже порогового уровня в полном объеме.

Окончательная оценка по дисциплине определяется с учетом количества выполненных обучающимся лабораторных работ и ответов на дополнительные вопросы.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК -2.2. Применяет теоретические основы и базовые представления научного исследования в выбранной области фундаментальной и/или экспериментальной физики в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	Знать основные СВЧ-элементы, используемые в СВЧ-технике, иметь представление о физических процессах, происходящих в СВЧ-элементах и приборах, которые используются в СВЧ технике; основные приемы и методы проведения радиоизмерений на сверхвысоких частотах. Уметь на практике применять теоретические знания: правильно поставить задачу, выбрать соответствующую схему измерений, подобрать необходимое СВЧ оборудование.	Проведение контрольных работ, дифференцированный зачет.

<p>ПК-2.3. Использует специализированные знания в области физики при выборе методов расчета, проведении статистического анализа экспериментальных данных в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Владеть навыками проведения радиоизмерений на сверхвысоких частотах.</p>	<p>Проведение контрольных работ, дифференцированный зачет.</p>
---	--	--

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Практикум по электродинамике СВЧ».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 2.2	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 2.3	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	ПК 2.2 ПК 2.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с не-	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.

		в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	которыми недочетами.		Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.
--	--	---	----------------------	--	---

10.3 Примеры контрольных вопросов и заданий по лабораторным работам:

Исследование ферритового циркулятора

1. Объяснить работу щелевого моста.
2. Описать работу ферритового циркулятора.

Исследование направленного ответвителя

1. Какими параметрами характеризуется направленный ответвитель?
2. Объяснить работу направленного двухдырочного ответвителя со связью на узкой стенке.

Измерение мощности в диапазоне СВЧ

1. Расскажите о классификации ваттметров:
 - а) по способу включения в передающий тракт,
 - б) по характеру измеряемой мощности,
 - в) по уровню средних измеряемых мощностей,
2. Объясните работу калориметрического измерителя мощности.
3. Объяснить работу термоэлектрического измерителя мощности.

Измерение полных сопротивлений с помощью измерительной линии

1. Изобразить структуру полей в прямоугольном волноводе при колебаниях H_{10} , E_{11} , H_{11} .
2. Написать формулы, по которым определяются критические длины волн в волноводе для E и H -волн.

Измерение отражений от четырехполюсников

1. Какой основной тип волн, распространяющихся в коаксиальной линии?
2. Какими параметрами характеризуются четырехполюсники?

Измерение параметров волноводных диафрагм

1. Индуктивная диафрагма, её принцип действия и эквивалентная схема. Реальная диафрагма обладает конечной толщиной, поэтому ее проводимость должна отличаться от рассчитанной по формуле (5) величины. Указать в какую сторону будет отличие и почему?
2. Ёмкостная диафрагма, её принцип действия и эквивалентная схема. Реальная диафрагма обладает конечной толщиной, поэтому ее проводимость должна отличаться от рассчитанной по формуле (4) величины. Указать в какую сторону будет отличие и почему?

Измерение добротности резонатора

1. Дать определение собственной и нагруженной добротности резонатора.
2. Какие простейшие типы колебаний имеют место в цилиндрическом резонаторе? Структура их полей.

Измерение полей в объемном резонаторе методом малого возмущающего тела

1. Какими параметрами характеризуется объемный резонатор?
2. Какие простейшие типы колебаний имеют место в цилиндрическом резонаторе; их структура?

Рупорные и линзовые антенны

1. Назовите основные параметры, характеризующие работу антенн.
2. Что такое поляризационная диаграмма антенны и её связь с эллипсом поляризации?

*Измерение добротности объемных резонаторов
с помощью панорамного измерителя коэффициента передачи и КСВН*

1. Нарисовать картину электрического и магнитного поля в резонаторе для колебаний E_{110} .
2. Можно ли в исследуемом резонаторе возбудить H -колебания?

Исследование ферритового циркулятора

1. В чем заключена погрешность измерения диагональных элементов S -матрицы?
2. Как измерить фазы коэффициентов матрицы рассеяния в данной работе?

Исследование направленного ответвителя

1. Описать методику проведения измерений параметров направленного ответвителя.
2. Можно ли, пользуясь схемой, изображенной на рис.2, измерить направленность ответвителя?

Измерение полных сопротивлений с помощью измерительной линии

1. Для чего и как производится калибровка детектора в измерительной линии?
2. Указать на источники погрешности при измерении КСВН измерительной линией.

Измерение отражений от четырехполюсников

1. Сравнить значения рабочей длины волны, измеряемые тремя способами:
 - а) с использованием волномера генератора;
 - б) с использованием измерительной линии;
 - в) с использованием короткозамыкающего поршня.

Измерение параметров волноводных диафрагм

1. Указать источники погрешностей при измерении полных сопротивлений импедометром; требования, предъявляемые к отдельным узлам импедометра, для уменьшения погрешностей.
2. Можно ли грубо измерить полное сопротивление нагрузки, пользуясь только одним фазометром?

Измерение добротности резонатора

1. Описать методику измерений добротности резонатора в данной работе и объяснить ее достоинства и недостатки.
2. Указать источники погрешности определения добротности по методике данной работы.

Измерение полей в объемном резонаторе методом малого возмущающего тела

1. Описать и объяснить методику измерения распределения полей в резонаторе, используемую в данной работе.
2. Каким образом можно измерить все компоненты напряженности электрического и магнитного полей в резонаторе?

Рупорные и линзовые антенны

1. Каков характер фазовых и амплитудных искажений в раскрыве рупорной антенны и какое влияние они оказывают на диаграмму направленности?
2. Из каких соображений выбирают оптимальные размеры рупора?

*Измерение добротности объемных резонаторов
с помощью панорамного измерителя коэффициента передачи и КСВН*

1. Влияет ли выбор той или иной диафрагмы на значение резонансной частоты?
2. Объясните с физической точки зрения, что такое критическая связь.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы по дисциплине
«Практикум по электродинамике СВЧ»
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного