Приложение 2

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
ученого совета ННГУ
протокол № 13 от 30.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Волоконно-оптические системы
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
магистратура
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
03.04.03 радиофизика
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Квантовая радиофизика и лазерная физика
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

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

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01, *волоконно-оптические системы* относится к части ООП направления подготовки *03.04.03 радиофизика*, формируемой участниками образовательных отношений.

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****	
ПК-1. Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники при решении задач своей профессиональной деятельности	ПК-1.1. Применяет принципы сбора и анализа информации, рассматривает и оценивает современные научные достижения, а также генерирует новые идеи при решении исследовательских и практических задач ПК-1.2. Работает с большим объемом данных, систематизирует и анализирует информацию, полученную из различных источников, в том числе с использованием современных информационных и коммуникационных технологий	З-1 Знание современных проблем и новейших достижений в области волоконной оптики У-1 Умение и навыки использования новейших достижений волоконной оптики при решении задач радиофизики В-1 Готовность к использованию в своей научно-исследовательской деятельности знаний современных проблем и новейших достижений в области лазерной и волоконной оптики	*Собеседование, задача, разноуровневые задания*

ПК-2. Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники и оформлять их результаты	ПК-2.1. Анализирует современное состояние исследований в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов ПК-2.2. Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи ПК-2.3. Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР ПК-2.4. Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники	З-1 Знание основных принципов волоконной оптики и функционирования волоконно-оптических систем У-1 Умение и навыки использования базовых знаний по волоконной оптике в профессиональной деятельности В-1 Владение опытом использования фундаментальных разделов физики и радиофизики, в том числе – прикладной оптики, при решении научно-исследовательских задач	*Собеседование, задача, разноуровневые задания*

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	**3 ЗЕТ**
Часов по учебному плану	**108**
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): **- занятия лекционного типа** **- занятия семинарского типа** **(практические занятия / лабораторные работы)**	**32**
самостоятельная работа	**29**
КСР	**2**
Промежуточная аттестация – экзамен/зачет	**45**

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, **форма промежуточной аттестации по дисциплине**	**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**	**Занятия лабораторного типа**	**Всего**	
Тема 1. Основные тенденции и проблемы развития электроники	12	6			6	6
Тема 2. Основные материалы современной полупроводниковой микро и наноэлектроники	14	6			6	8
Тема 3. Основные этапы формирование микросхем	14	6			6	8
Тема 4. Использование SiGe гетероструктур в современной микро- и наноэлектроники	14	6			6	8
Тема 5. Новые материалы	17	8			8	9

полупроводниковой микроэлектроники						
в т.ч.текущий контроль			1			
Промежуточная аттестация					1	39

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 - 4 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды:

- разбор лекционного материала,
- изучение дополнительных разделов дисциплины с использованием учебной литературы,
- подготовка к аттестации

Текущий контроль усвоения моделей и понятий проводится путем проведения тестовых опросов непосредственно в процессе изложения материала

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	**Шкала оценивания сформированности компетенций**						
	плохо	**неудовлетворительно**	**удовлетворительно**	**хорошо**	**очень хорошо**	**отлично**	**превосходно**
	не зачтено		**зачтено**				
Знания	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 ошибки.	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.
Умения	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Продемонстрированы основные умения. Решены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все	Продемонстрированы все основные умения. Решены все	Продемонстрированы все основные умения,решены все	Продемонстрированы все основные умения,. Решены все

	наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	основные умения. Имели место грубые ошибки.	типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
Навыки	Отсутствие владения материалом. 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	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	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
зачтено	**отлично**	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне « очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Контрольные вопросы

Вопрос	Код компетенции
Ввод оптического излучения в волокно.	ПК-2
Понятие числовой апертуры волоконного световода.	ПК-2
Распространение оптических волн в волоконном световоде в приближении геометрической оптики. Фазовая лучевая модель формирования модовой структуры в ступенчатом ВС.	ПК-2
Нормированная частота ВС.	ПК-2
Основные типы световодов, их геометрические и технологические особенности.	ПК-1
Волновая модель распространения электромагнитных волн в ВС.	ПК-2
Волновое уравнение для цилиндрического волновода. Модовая структура полей в многомодовом ВС.	ПК-2
Градиентные световоды.	ПК-1
Дисперсионное уравнение и дисперсионные характеристики ВС. Условие отсечки мод.	ПК-2
Одномодовый световод	ПК-2
Материальная дисперсия в волокне. Оценки величин.	ПК-2
Волноводная дисперсия в ВС. Сравнение влияния разных дисперсионных механизмов на расплывание волнового пакета в ВС.	ПК-2
Физические причины затухания в волокнах. Оптическое поглощение в регулярных и нерегулярных ВС.	ПК-2
Рэлеевское рассеяние в волокне. Количественные оценки уровня оптических потерь в ВС.	ПК-2
Элементная база волоконно-оптического канала передачи информации.	ПК-1
Перспективы и границы применения полупроводниковых инжекционных лазеров в волоконной оптике	ПК-1

Общие принципы совместимости планарных волноводов и ВС	ПК-2
Элементы связи как причина избыточных шумов в волоконно-оптических линиях связи	ПК-2
Физические основы когерентной волоконно-оптической связи.	ПК-1
Спектральное уплотнение каналов оптической связи.	ПК-1
Основные типы измерительных ВО систем.	ПК-1
Принципы построения поляризационных и фазовых ВО датчиков.	ПК-1
Измерительные фазовые системы на основе волоконных интерферометров	ПК-1
ВО гироскоп и его предельная чувствительность	ПК-1
Волоконно-оптические датчики распределения.	ПК-1
Особенности передачи информации по волоконному каналу. Выбор оптимальной протяженности канала.	ПК-1

5.2.2. Типовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-1

- Что такое нормированная частота, и какие свойства волоконных световодов она определяет?

5.2.3. Типовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-2

- Проанализируйте причины избыточных оптических шумов в волоконно-оптических каналах связи.

5.2.4. Задачи для экзамена для оценки компетенции «ПК-1»

Является ли одномодовым волокно, имеющее размеры 10/100 мкм, а ступенчатый профиль кварцевого волновода с перепадом показателя преломления 0,5 %?

5.2.5. Задачи для экзамена для оценки компетенции «ПК-2»

Оцените эффективность ввода излучения от поверхностно излучающего светодиода в волокно с показателями преломления сердцевины (d=50мкм) и оболочки (D=125мкм) соответственно 1,470 и 1,455. Является ли данное волокно многомодовым? Можно ли оценить его дисперсионные характеристики?

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Адамс М. Введение в теорию оптических волноводов // М. «Мир», 1984г , - 22 экз.
2. Фриман Р. «Волоконно-оптические системы связи». // М.: «Техносфера», 2003г., 403с. – 15 экз.

б) дополнительная литература:

1. Сорокин Ю.М., Ширяев В.С. Оптические потери в световодах. // Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 2000 г. – 26 экз.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обучения дисциплине имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и 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 ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 7 августа 2020 г. N 918.

Автор (ы) к.ф.-м.н. доцент А.В. Маругин

Заведующий кафедрой д.ф.-м.н. Бельков С.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета «14» ноября 2022 года, протокол № 08/22.