

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮЮ

Заведующий кафедрой
оптики и спектроскопии

(Овчинников О.В.)

подпись, расшифровка подписи

21.06.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02 Волноводная фотоника

Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:

12.04.03 – Фотоника и оптоинформатика

2. Профиль подготовки/ специализация/ магистерская программа:

Перспективные материалы и устройства фотоники

3. Квалификация (степень) выпускника:

Высшее образование (магистр)

4. Форма образования:

Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра оптики и спектроскопии

6. Составители программы: Королев Никита Викторович, к. ф.-м. н., доцент

Овчинников Олег Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор

7. Рекомендована: НМС физического ф-та ВГУ протокол № 6 от 20.06.2023

(наименование recommending structure, date, protocol number)

8. Учебный год: 2024/2025

Семестр(-ы): 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются: ознакомление с концептуальными основами оптики планарных световодов и физическими принципами работы элементов фотоники на их основе, а также принципами и методами управления излучением в интегрально-оптических устройствах фотоники, формирование умений, навыков и компетенций по исследованию и применению методов расчета при решении реальных задач в будущей профессиональной деятельности.

Задачи учебной дисциплины:

- сформировать готовность формулировать цели и задачи научных исследований волноводной фотоники;
- сформировать знания о современных направлениях и тенденциях развития волоконной и интегральной оптики; об основах волноводной фотоники, включая законы распространения света по волноводным структурам и дисперсию волноводов; об основных методах ввода-вывода излучения в волновод и методах стыковки оптического волокна и интегрально-оптических волноводов, о механизмах потерь в волноводных структурах, об основных классах волноводов и ключевых интегрально-оптических и волоконных элементов, приборов и систем, об основных физических эффектах и явлениях, лежащих в основе работы пассивных и активных волоконных и планарных волноводных элементов, и об устройствах и принципах построения оптических элементов, устройств и систем современной фотоники на основе интегральной и волоконной оптики;
- сформировать способность использовать современные фундаментальные знания по волноводной фотонике, основные законы волноводной фотоники в профессиональной деятельности;
- научиться проводить теоретический анализ и расчет основных характеристик волноводных пассивных и активных элементов и устройств;
- изучить принципы конструирования основных волноводных элементов и устройств (канальных волноводов, брэгговских решеток, систем ввода-вывода, селекторов, мультиплексоров, усилителей, лазеров, модуляторов);
- овладеть навыками измерения и тестирования основных характеристик волоконных и планарных волноводных структур, элементов и устройств.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: *часть, формируемая участниками образовательных отношений, блок Б1.*

11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен к анализу состояния научно-технической проблемы и постановке цели и задач проводимых научных исследований на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	ПК -1.1	Составляет план поиска научно-технической информации по созданию материалов и разработке устройств фотоники	Знать: условия и режимы эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Уметь: согласовывать условия и режимы эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Владеть: навыками определения условий и режимов эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.
		ПК -1.2	Проводит поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по созданию материалов и	Знать: принципы поиска научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому оптико-электронному прибору. Уметь: проводить поиск научно-технической информации для

			разработке устройств фотоники	определения комплекса требований к разрабатываемому опτικο-электронному прибору. Владеть: навыками поиска научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому опτικο-электронному прибору.
		ПК – 1.3	Представляет информацию в систематизированном виде, оформляет научно-технические отчеты	Знать: требования к результатам разработки оптического, оптических и опτικο-электронных приборов и комплексов Уметь: Оформляет научно-технические отчеты о результатах разработки оптического, оптических и опτικο-электронных приборов и комплексов Владеть: навыками оформления научно-технических отчетов о результатах разработки оптического, оптических и опτικο-электронных приборов и комплексов.
ПК-2	Способен к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики	ПК-2.1	Уточняет и корректирует требования к параметрам разрабатываемого опτικο-электронного прибора	Знать: требования к параметрам разрабатываемого опτικο-электронного прибора. Уметь: уточнять и корректировать требования к параметрам разрабатываемого опτικο-электронного прибора. Владеть: навыками планирования корректировки требований к параметрам разрабатываемого опτικο-электронного прибора.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 7/252.

Форма промежуточной аттестации: экзамен

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			№ 6
Аудиторные занятия		104	104
в том числе:	лекции	44	44
	практические		
	лабораторные	60	60
Самостоятельная работа		112	112
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации экзамен		36	36
Итого:		252	252

13.1 Содержание дисциплины:

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Введение в волноводную фотонику	Волноводная фотоника – определение, предмет, цели, задачи и области приложения. Основные элементы волноводной фотоники.
1.2	Физика распространения электромагнитных волн в оптическом волокне и планарных оптических волноводах.	Распространение оптических волн в веществе Фазовая и групповая скорость. Групповое время задержки. Отражение и преломление на границе двух диэлектриков. Физика полного внутреннего отражения. Дисперсионные явления в оптических световодах. Числовая апертура. Многомодовость оптического волокна. Многослойные плоские волноводы. Волноводные моды плоских волноводов. Теоретическое описание мод в трехслойном планарном волноводе. Полосковые волноводы. Векторное волновое уравнение. Способы решения. Дисперсионные уравнения многослойных плоских волноводов. Аналитическое описание волоноводных мод, их ортогональность, условия фазового синхронизма на границе раздела диэлектрических сред. Характер распределения напряженностей поля при ТЕ- и ТМ-поляризации. Взаимодействие волноводных мод. Элементы теории связанных мод.
1.3	Брэгговский планарный волновод.	Планарный волновод с многослойным брэгговским зеркалом. Условия возникновения и аналитическое описание волноводных мод. Их согласование на границах раздела сред. Поверхностные затухающие брэгговские волны в многослойных диэлектрических средах. Брэгговские зеркала. Графический и численный методы решения дисперсионных уравнений. Нормировка и компьютерное моделирование волноводных мод.
1.4	Механизмы потерь в оптических волноводах.	Поглощение в материале волокна. Рассеяние света в другие моды. Потери на изгибе.
1.5	Измерение параметров элементов волноводной фотоники.	Измерение параметров оптического волокна: числовая апертура; модовый состав оптического волокна, диаметр светового пятна.
1.6	Устройства согласования в волноводной фотонике.	Оптическое согласование. Ввод и вывод излучения в тонкопленочный волновод. Устройства согласования интегрально-оптических волноводов и волоконных световодов. Геодезическая планарная линза. Связь между волноводами. Изучение условий ввода излучения в цилиндрический и планарный волноводы.
1.7	Управление излучением в оптических волноводах	Взаимодействие света с веществом. Управление параметрами сред. Модуляция и переключение света. Объемные акустооптические и электрооптические модуляторы. Интегрально-оптические модуляторы Ответвители, разветвители, переключатели каналов. Оптические вентили. Мультиплексоры и демультиплексоры
1.8	Компоненты волноводной фотоники.	Преобразователи мод. Источники и детекторы оптического излучения. Волоконно-оптические лазеры. Лазеры с распределенной обратной связью. Волоконно-оптические датчики. Волоконно-оптические информационно-измерительные системы. Волоконные гироскопы. Интегрально-оптический фотодетектор.
2. Лабораторные работы		
2.1	Ввод излучения в оптический волновод.	Способы и устройства ввода излучения в оптический волновод.
2.2	Изучение оптических кабелей различного назначения	Классификация волоконно-оптических кабелей. Структурные элементы волоконно-оптических кабелей.
2.3	Измерительное оборудование для оптоволоконных линий	<i>Фундаментальные понятия оптических измерений. Стандартные волоконно-оптические тесты. Измерители оптической мощности. Рефлектометры. Оптические тестеры.</i>
2.4	Исследование постоянных и переменных аттенуаторов для ВОЛС	Аттенуаторы для оптических волноводов и волоконно-оптических линий связи. Типы и назначение.
2.5	Исследование различных видов оптических разветвителей по	Оптические разветвители, делители. Типы и назначение. Особенности устройства.

	коэффициенту деления	
2.6	Исследование разъемных соединений ВОЛС: адаптеры типов ST, FC, LC, SC по вносимым потерям	Соединение волокон. Проблемы соединения. Подготовка концов волокон. Сращивание волокон. Типы коннекторов и их свойства. Оптические соединители.
2.7	Исследование волоконно-оптической линии связи с помощью оптического рефлектометра	Устройства для контроля качества сигнала в волоконно-оптических линиях связи. Оптические рефлектометры.
2.8	Исследование волоконно-оптической линии связи с обрывом (аттенуатором) в середине с помощью рефлектометра	Способы определения обрыва в волоконно-оптической линии.
2.9	Исследование волоконно-оптической линии связи с изгибом с помощью рефлектометра	Влияние изгиба оптического волокна на распространение излучения.
2.10	Исследование потерь в волоконно-оптической линии связи на разных длинах волн	Механизмы потерь в оптических волноводах. Рассеяние света в другие моды волновода. Потери на изгибе.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)					Всего
		Лекции	Практически	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	
1.	Введение в волноводную фотонику	2				4	5
2.	Физика распространения электромагнитных волн в оптическом волокне и планарных оптических волноводах.	8			8	4	16
3.	Брэгговский планарный волновод.	4			8	4	12
4.	Механизмы потерь в оптических волноводах.	6			8	4	13
5.	Измерение параметров элементов волноводной фотоники.	6			8	4	12
6.	Устройства согласования в волноводной фотонике.	6			8	4	12
7.	Управление излучением в оптических волноводах	8			6	4	11
8.	Компоненты волноводной фотоники.	4			6	4	11
9.	Ввод излучения в оптический волновод.			6	6		10
10.	Изучение оптических кабелей различного назначения			6	6		8
11.	Измерительное оборудование для			6	6		8

	оптоволоконных линий						
12.	Исследование постоянных и переменных аттенюаторов для ВОЛС		6	6			8
13.	Исследование различных видов оптических разветвителей по коэффициенту деления		6	6			8
14.	Исследование разъемных соединений ВОЛС: адаптеры типов ST, FC, LC, SC по вносимым потерям		6	6			8
15.	Исследование волоконно-оптической линии связи с помощью оптического рефлектометра		6	6	4		12
16.	Исследование волоконно-оптической линии связи с обрывом (аттенюатором) в середине с помощью рефлектометра		6	6			8
17.	Исследование волоконно-оптической линии связи с изгибом с помощью рефлектометра		6	6			8
18.	Исследование потерь в волоконно-оптической линии связи на разных длинах волн		6	6			10
	Итого	44	60	112	36		180

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

- Работа с текстом конспекта лекции.
- Самостоятельное изучение материала по литературным источникам.
- Чтение основной и дополнительной литературы.
- Подготовка к лабораторным занятиям, подготовка отчетов

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Скляров, О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи : учебное пособие : [16+] / О. К. Скляров. – Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. – 266 с. – (Библиотека инженера). – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117684 (
2.	Гончаренко, А. М. Основы теории оптических волноводов / А. М. Гончаренко, В. А. Карпенко, И. А. Гончаренко. – Минск : Белорусская наука, 2009. – 296 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89939
3.	Соколов, С. А. Волоконно-оптические линии связи и их защита от внешних влияний : учебное пособие по курсу «ВОЛС и ПК» : [16+] / С. А. Соколов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия,

	2019. – 173 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564840
--	---

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4.	Костылев, Владимир Иванович. Волоконно-оптические системы передачи информации : учебное пособие для вузов по курсу "Электродинамика СВЧ" / В.И. Костылев ; Воронеж. гос. ун-т. — Воронеж : ЛОП ВГУ, 2006. — 41 с. : ил. — Библиогр.: с.40. — <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/may07100.pdf >.
5.	Цуканов, В.Н. Волоконно-оптическая техника. Практическое руководство / В.Н. Цуканов, М.Я. Яковлев. - М. : Инфра-Инженерия, 2014. - 304 с. - ISBN 978-5-9729-0078-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234772
6.	Митрохин, В.Е. Измерения в волоконно-оптических системах передачи. [Электронный ресурс] — Электрон.дан. — М. : УМЦ ЖДТ, 2007. — 197 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/59902
7.	Шангина, Л.И. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Л.И. Шангина. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 303 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208584
8.	Семенов, А.Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС. [Электронный ресурс] — Электрон.дан. — М. : ДМК Пресс, 2009. — 632 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/1144

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Ресурсы Интернет
9.	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" – http://biblioclub.ru/
10.	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" – http://www.studmedlib.ru
11.	Электронно-библиотечная система "Лань" – https://e.lanbook.com/
12.	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" – http://rucont.ru
13	http://www.lib.vsu.ru – Зональная научная библиотека ВГУ

16. Учебно-методическое обеспечение для организации самостоятельной работы:

№ п/п	Источник
1	<i>Учебно-методические указания к лабораторным занятиям дисциплины "Волноводная фотоника"</i>
2	<i>Электронный учебный курс " Волноводная фотоника ".</i>

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекционные и практические занятия. Преобладающими методами и приемам обучения являются: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ – демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Организационная структура лекционного занятия: 1. Формулировка темы, целей занятия, постановка проблемного вопроса. 2. Разъяснение вопросов теоретического и практического плана для решения поставленной проблемы. 3. Рассмотрение путей решения проблемного вопроса на конкретных примерах. 4. Заключение, формулировка выводов. 5. Формулировка задания для самостоятельной домашней работы. Озвучивание темы следующего занятия.

Организационная структура лабораторного занятия: 1. Формулировка целей занятия и ответы на вопросы студентов. 2. Ознакомление с теоретической основой работы, основными приемами и техникой безопасности при работе с используемыми приборами и реактивами. 3. Выполнение экспериментальной части работы. 4. Обработка экспериментальных результатов и предоставление их для предварительной проверки преподавателю.

Защита лабораторной работы проводится с целью выявления уровня освоения материала по тематике работы, способности дать правильную трактовку результатам, полученным при выполнении работы. Защита работы заключается в оформлении работ, устной беседе преподавателя со студентом по полученным в работе результатам и основным теоретическим понятиям по теме работы.

Текущий контроль проводится путем проверки выполнения домашнего задания, входного контроля (в виде самостоятельных и контрольных работ, докладов и рефератов).

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, оснащенная: ноутбуком Asus, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ, проектором BenQ MS 612ST, доска магнитно-маркерная 100*200.

Учебно-научная аудитория, оснащенная оборудованием для проведения лабораторных занятий: лазер с гауссовым резонатором LS-2132UTF, Лазерный Модуль/блок питания поворотного крепления Лазерный модуль LM-650180 (блок питания), Полупроводниковый лазер с внешним резонатором с возможностью непрерывной перестройки частоты. Модуль ФЭУ в составе: ФЭУ РМС-100-20 с контроллером управления DCC-100, преобразователь Becker&Hickl; детектор для ИК области InGaAs; KitKIT-IF-25C, преобразователь MicroPhotonDevices; Импульсный источник излучения; PICOPOWERLD 375, преобразователь Alphas; МУК-ОВ (Волновая оптика).

Программное обеспечение: ОС Windows (WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc), Microsoft Office (OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc). Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ». Office Standard 2019 Single OLV NL Each AcademicEdition Additional Product. Программный комплекс для ЭВМ - MathWorks. Система инженерного моделирования ANSYS HF Academic Research.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ" (<https://edu.vsu.ru>).

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК-1.1. Составляет план поиска научно-технической информации по созданию материалов и разработке устройств фотоники	Знать: условия и режимы эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Уметь: согласовывать условия и режимы эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Владеть: навыками определения условий и режимов эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.	Этапы 1-18: - Введение в волноводную фотонику - Физика распространения электромагнитных волн в оптическом волокне и планарных оптических волноводах. - Многослойные плоские волноводы. - Брэгговский планарный волновод. - Механизмы потерь в оптических волноводах.	Устный опрос. Отчеты по лабораторным работам. Защита реферата.
ПК-1.2. Проводит поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по созданию материалов и разработке устройств фотоники	Знать: принципы поиска научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому оптико-электронному прибору. Уметь: проводить поиск научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому оптико-электронному прибору. Владеть: навыками поиска научно-	- Измерение параметров элементов волноводной фотоники. - Устройства согласования в волноводной фотонике.	

	технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому оптико-электронному прибору.	- Управление излучением в оптических волноводах - Компоненты волноводной фотоники.	
ПК-1.3. Представляет информацию в систематизированном виде, оформляет научно-технические отчеты	Знать: требования к результатам разработки оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов Уметь: Оформляет научно-технические отчеты о результатах разработки оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов Владеть: навыками оформления научно-технических отчетов о результатах разработки оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов		
ПК-2.1. Способен к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики	Знать: требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора. Уметь: уточнять и корректировать требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора. Владеть: навыками планирования корректировки требований к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора..		
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен			КИМ

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

- 1) *знание учебного материала, владение понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины;*
- 2) *умение связывать теорию с практикой;*
- 3) *умение описывать основные характеристики оптического волокна и планарных оптических волноводов;*
- 4) *владение знаниями о теоретических основах и современных методах волноводной фотоники.*

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Посещение лекционных и лабораторных занятий. Выполнение всех заданий. Ответы на вопросы контрольно-измерительного материала во время экзамена. Ответы на дополнительные вопросы. Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом, теоретическими и практическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<i>Посещение лекционных и лабораторных занятий. Выполнение всех заданий с незначительными замечаниями. Ответы на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано знание теоретических основ дисциплины.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Пропуски лекционных и лабораторных занятий. Выполнение заданий с существенными замечаниями. Ответы на вопросы контрольно-измерительного материала не соответствуют любым двум(трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Имеет не полное представление о теоретических и практических основах дисциплины, допускает существенные ошибки.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Пропуски большинства лекционных и лабораторных занятий, не выполнение заданий. Ответы на вопросы контрольно-измерительного материала не соответствуют любым трем (четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.</i>	–	<i>Неудовлетворительно</i>

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену:

1. Основные элементы волноводной фотоники.
2. Распространение оптических волн в веществе.
3. Фазовая и групповая скорость.
4. Групповое время задержки.
5. Физика полного внутреннего отражения.
6. Дисперсионные явления в оптических световодах.
7. Числовая апертура.
8. Многомодовость оптического волокна.
9. Волноводные моды плоских волноводов.
10. Теоретическое описание мод в трехслойном планарном волноводе.
11. Полосковые волноводы.
12. Векторное волновое уравнение.
13. Способы решения.
14. Дисперсионные уравнения многослойных плоских волноводов.
15. Аналитическое описание волоноводных мод, их ортогональность.
16. Условия фазового синхронизма на границе раздела диэлектрических сред.
- 17.
18. Характер распределения напряжённостей поля при ТЕ- и ТМ-поляризации.
19. Взаимодействие волноводных мод.
20. Элементы теории связанных мод.
21. Оптическое согласование.
22. Ввод и вывод излучения в тонкопленочный волновод.
23. Устройства согласования интегрально-оптических волноводов и волоконных световодов.
24. Связь между волноводами.
25. Изучение условий ввода излучения в цилиндрический и планарный волноводы.
26. Преобразователи мод.
27. Источники и детекторы оптического излучения.
28. Волоконно-оптические лазеры.
29. Лазеры с распределенной обратной связью.
30. Волоконно-оптические датчики.
31. Волоконно-оптические информационно-измерительные системы.
32. Волоконные гироскопы.
33. Интегрально-оптический фотодетектор.

19.3.6 Темы рефератов

1. Лазеры с распределенной обратной связью
2. Акустооптический волноводный модулятор
3. Электрооптический волноводный модулятор.
4. Интегрально-оптические модуляторы на основе интерферометра Маха-Цандера.
5. Оптические вентили. Мультиплексоры и демультиплексоры.
6. Электрически управляемый интегрально-оптический фильтр
7. Оптические спектральные фильтры.
8. Волноводные модуляторы на основе п/п соединений.
9. Ответвители, разветвители, переключатели.

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа); тестирования; оценки результатов практической деятельности. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

При оценивании используется качественная шкала оценок. Критерии оценивания приведены выше.