

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

оптики и спектроскопии

наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины

(Овчинников О.В.)

подпись, расшифровка подписи

24.06.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02 Волноводная фотоника

Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

03.04.02 - Физика

2. Профиль подготовки/специализация: Оптика и нанопотоника

3. Квалификация выпускника: Высшее образование(магистр)

4. Форма обучения: 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 23.06.2022  
(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2023/2024

Семестр(ы): 3

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

*Целями освоения учебной дисциплины являются:* познакомить студентов с физическими основами волноводной фотоники, включая распространение электромагнитных волн в цилиндрических и планарных оптических волноводах, физические эффекты и явления в волноводных структурах.

*Задачи учебной дисциплины:*

- сформировать способность использовать современные фундаментальные знания по волноводной фотонике, основные законы волноводной фотоники в профессиональной деятельности;

- изучить современное представление об основных принципах построения волоконных световодных элементов на основе современных материалов, а также волоконных лазеров.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Курс Б1.В.02 «Волноводная фотоника» является дисциплиной вариативной части цикла Б1.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:**

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен к формулировке и анализу поставленной задачи исследований в области оптики и нанофотоники, а также смежных областей науки и техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы	ПК-1.3	Производит анализ исходных требований к параметрам разрабатываемых оптических и оптико-электронных приборов	<b>Знать:</b> условия и режимы эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. <b>Уметь:</b> согласовывать условия и режимы эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. <b>Владеть:</b> навыками определения условий и режимов эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
ПК-3	Способен к разработке и оптимизации технологий производства приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурных материалов	ПК-3.1	Анализирует научно-техническую информацию по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	
		ПК-3.2	Согласует условия и режимы эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемых оптических и оптико-электронных приборов и комплексов,	

		ПК-3.3	определяет требования к параметрам  Планирует проектные и исследовательские работы, проектирует технологический процесс производства приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурных материалов, умеет разрабатывать технологическую документацию, координировать деятельность рабочих групп	
ПК-4	Способен профессионально работать с исследовательскими и испытательным оборудованием, приборами и установками в предметной области квантовой электроники и фотоники	ПК-4.2	Решая различные профессиональные задачи, применяет знания физических принципов работы приборов квантовой электроники и фотоники, базовых технологических процессов и технологического оборудования.	<b>Знать:</b> принципы поиска научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому оптико-электронному прибору. <b>Уметь:</b> проводить поиск научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому оптико-электронному прибору. <b>Владеть:</b> навыками поиска научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому оптико-электронному прибору.

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.**(в соответствии с учебным планом) — 4 / 144.

**Форма промежуточной аттестации**(зачет/экзамен) Экзамен

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
Аудиторные занятия		44	44
в том числе:	лекции	14	14
	практические		
	лабораторные	30	30
Самостоятельная работа		64	64
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации (экзамен – <u>36 час.</u> )		36	36
Итого:		144	144

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
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. Физика полного внутреннего отражения. Дисперсионные явления в оптических световодах. Числовая апертура. Многомодовость оптического волокна.
1.3	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 волноводных 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.
1.4	Устройства согласования в волноводной фотонике.	Оптическое согласование. Ввод и вывод излучения в тонкопленочный волновод. Устройства согласования интегрально-оптических волноводов и волоконных световодов. Связь между волноводами. Изучение условий ввода излучения в цилиндрический и планарный волноводы.
1.5	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.
<b>2. Лабораторные работы</b>		
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	Изучение различных видов оптических разветвителей по коэффициенту деления	Оптические разветвители, делители. Типы и назначение. Особенности устройства.
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	Механизмы потерь в оптических волноводах. Рассеяние света в другие моды волновода. Потери на изгибе.

длинах волн	
-------------	--

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Введение в волноводную фотонику	1			2	3
2	Физика распространения электромагнитных волн в оптическом волокне и планарных оптических волноводах.	6			6	12
3	Многослойные плоские волноводы.	3			6	9
4	Устройства согласования в волноводной фотонике.	2			6	8
5	Компоненты волноводной фотоники.	2			6	8
6	Ввод излучения в оптический волновод.			4	4	8
7	Изучение оптических кабелей различного назначения			2	4	6
8	Измерительное оборудование для оптоволоконных линий			4	4	8
9	Исследование постоянных и переменных аттенуаторов для ВОЛС			3	4	7
10	Изучение различных видов оптических разветвителей по коэффициенту деления			3	4	7
11	Исследование разъемных соединений ВОЛС: адаптеры типов ST, FC, LC, SC по вносимым потерям			3	4	7
12	Исследование волоконно-оптической линии связи с помощью оптического рефлектометра			3	4	7
13	Исследование волоконно-оптической линии связи с обрывом (аттенуатором) в середине с помощью рефлектометра			3	2	5
14	Исследование волоконно-оптической линии связи с изгибом с помощью рефлектометра			3	2	5
15	Исследование потерь в волоконно-оптической линии связи на разных длинах волн			3	4	7
	Итого:	14		30	64	144

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными этапами освоения дисциплины являются:

- Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.

- Подготовка к лабораторным занятиям.

В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется активно использовать электронный образовательный портал Moodle – электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, заданий для выполнения лабораторных работ,

дополнительного теоретического материала и нормативно-правовых документов по темам и перечней вопросов для подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации. Также студенту рекомендуется использовать весь набор методов и средств современных информационных технологий для изучения отечественной и зарубежной литературы по дисциплине, оценки и анализа ее текущего состояния и перспектив развития. Ему предоставляется возможность работать в компьютерных классах факультета (313а аудитория), иметь доступ к Интернет-ресурсам и электронной почте, использовать имеющиеся на кафедре оптики и спектроскопии физического факультета информационные технологии, использовать ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ, в том числе электронно-библиотечные системы.

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

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: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=117684">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=117684</a> (
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: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=89939">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=89939</a>
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: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564840">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564840</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Волоконно-оптические системы передачи : учеб. для вузов / М.М. Бутусов [и др.] - М. : Радио и связь, 1992. – 416 с.
2	Р. Фриман. Волоконно-оптические системы связи : Перевод с англ. / Под ред. Н. Н. Слепова - М.: Техносфера, 2003 г. , 590 стр.
3	Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи / О.К. Скляров .— Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2009 .— 266 с. — (Библиотека инженера) .— ISBN 5-98003-147-2 .— <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=117684">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=117684</a> >.
4	Пухтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника : учеб. для вузов / А.Н. Пухтин. – М. : Высшая школа, 2001. – 314 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
1.	Поисковая система e-library.ru
2.	Поисковая система google.ru
3.	Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета МГУ lib.mexmat.ru
4.	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Библиотека <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
5.	Электронный каталог ЗНБ ВГУ <a href="https://www.lib.vsu.ru/">https://www.lib.vsu.ru/</a>

\* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы, онлайн-курсы, ЭУМК

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Р. Фриман. Волоконно-оптические системы связи : Перевод с англ. / Под ред. Н. Н. Слепова - М.: Техносфера, 2003 г. , 590 стр
2	Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи / О.К. Скляров .— Москва : СОЛОН- ПРЕСС, 2009 .— 266 с. — (Библиотека инженера) .— ISBN 5-98003-147-2 .— <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=117684">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=117684</a> >.

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Онлайн курс «Волноводная фотоника»

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 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:

Ноутбук Asus, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ, Проектор BenQ MS 612ST, Доска магнитно-маркерная 100\*200. 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.

Учебно-научная аудитория для проведения лабораторных занятий: набор оптоволоконного оборудования в составе: ромб Френеля FR600QM; измеритель мощности PM120VA; S120-FC адаптер; адаптер S120-SMA; Волокно многомодовое M72L02; Волокно многомодовое M72L05.

Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций

Аудитория для самостоятельной работы, компьютерный класс с доступом к сети «Интернет»: компьютеры (мониторы, системные блоки) (15 шт.)

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

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или	ФОС (средства оценивания)
---------------------------------------------	---------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------	---------------------------

	заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	модуля и их наименование)	
<p>ПК-1. Способен к формулировке и анализу поставленной задачи исследований в области оптики и нанофотоники, а также смежных областей науки и техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы</p> <p>ПК-3. Способен к разработке и оптимизации технологий производства приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурных материалов</p> <p>ПК-4. Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в предметной области квантовой электроники и фотоники</p>	<p>Знать: основные разделы физики необходимые для решения научно-инновационных задач, и применения результатов научных исследований в инновационной деятельности</p> <p>Уметь: решать научно-инновационные задачи, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.</p> <p>Владеть: современными способами решения научно- инновационных задач, и уметь применять результаты научных исследований в инновационной деятельности</p>	<p>Введение. Волоконно-оптический кабель. Оптические разъемы, сростки и пассивные оптические устройства</p> <p>Источники света. Детекторы света.</p> <p>Ухудшение передачи света. Активные оптические устройства.</p> <p>Мультиплексирование с разделением по длине волны</p> <p>Синхронные оптические сети SONET и синхронная цифровая иерархия SDH</p> <p>Соединение оптических систем. Наружная прокладка ВОЛС</p> <p>Доступность и безотказность ВОЛС</p> <p>Гибридные системы, с медными жилами и оптоволокном</p> <p>Внутриобъектная кабельная прокладка с использованием волоконной оптики</p> <p>Поиск неисправности сети</p>	<p>Устный опрос. Отчет по лабораторной работе</p>
<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>			КИМ

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

Для оценивания результатов обучения на зачете 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 спектральных приборов;
- 4) владение знаниями о теоретических основах и современных методах молекулярной спектроскопии.

**Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.**

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Посещение лекционных занятий. Ответ на вопрос контрольно-измерительного материала во время экзамена. Ответы на дополнительные вопросы. Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими 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>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано теоретических основ дисциплины.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум(трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Имеет не полное представление о теоретических основах., допускает существенные ошибки.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.</i>	<i>–</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. Волноводная фотоника – определение, и области приложения. 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. Характер распределения напряжённостей поля при ТЕ- и ТМ-поляризации.
18. Взаимодействие волноводных мод.
19. Элементы теории связанных мод.
20. Оптическое согласование.
21. Ввод и вывод излучения в тонкопленочный волновод.
22. Устройства согласования интегрально-оптических волноводов и волоконных световодов.
23. Связь между волноводами.
24. Изучение условий ввода излучения в цилиндрический и планарный волноводы.
25. Преобразователи мод.
26. Источники и детекторы оптического излучения.
27. Волоконно-оптические лазеры.
28. Лазеры с распределенной обратной связью.
29. Волоконно-оптические датчики.

30. Волоконно-оптические информационно-измерительные системы.
31. Волоконные гироскопы.
32. Интегрально-оптический фотодетектор.

#### **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.