

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 03 » декабря 20 19 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ История и методология фотоники и оптоинформатики  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 180 (5)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Материалы и технологии волоконной оптики  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Сформировать представление о нормальной науке, как развивающейся системе парадигм, преодолевающей кризисы за счёт формирования новых теорий, с необходимостью включающих предыдущие парадигмы;  
Познакомить с историей развития оптических технологий от первых разработок до современных методов и систем обработки и передачи информации, их физических принципов, практическом применении и технологиях производства, с перспективными разработками в области фотоники и оптоинформатики.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- 1) Оптические волокна: технологии производства и применения, их особенности и характеристики;
- 2) волоконно-оптический гироскоп: его применение, работа, компоненты, конструкция и технологии;
- 3) волоконно-оптические датчики амплитудные, фазовые, поляризационные, спектральные;
- 4) волоконные лазеры и активные волокна.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-1ОПК-1	Знает методологические теории и принципы современной фотоники и оптоинформатики; знает правила оформления патентов, научно-технических отчетов, подготовки научных статей к публикации; знает базы патентной и научно-технической информации	Знает методологические теории и принципы современной науки; правила оформления патентов, научно-технических отчетов, подготовки научных статей к публикации; правила поиска патентной и научно-технической информации	Тест

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-2ОПК-1	Умеет работать с научно-технической информацией, содержащейся в наукометрических и патентных базах анализировать состояние и перспективы развития техники по направлению фотоника и оптоинформатика; применять справочные материалы	Умеет работать с научно-технической информацией; анализировать состояние и перспективы развития техники по направлению подготовки; применять справочные материалы	Доклад
ОПК-1	ИД-3 ОПК-1	Владеет навыками поиска патентной и научно-технической информации, оформления научно-технических отчетов, подготовки материалов для опубликования в виде научных статей или оформления патентов	Владеет навыками представления материалов для оформления патентов, готовить к публикации научные статьи и оформлять научно-технические отчеты; поиска патентной и научно-технической информации	Курсовой проект
ПКО-1	ИД-1ПКО-1.	Знает, как составлять план поиска основных достижений и проблем современной оптотехники, а также научно-технической информации по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	Знает, как составлять план поиска основных достижений и проблем современной оптотехники, а также научно-технической информации по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	Тест
ПКО-1	ИД-2ПКО-1.	Умеет работать с научно-технической информацией; производить патентный поиск	Умеет работать с научно-технической информацией; производить патентный поиск;	Доклад
ПКО-1	ИД-3ПКО-1.	Владеет навыками составления плана поиска научно-технической информации по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов; проведения поиска и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по разработке оптических и	Владеет навыками составления плана поиска научно-технической информации по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов; проведения поиска и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	Курсовой проект

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		оптико-электронных приборов и комплексов		
ПКО-2	ИД-1ПКО-2.	Знает методы анализа, синтеза и оптимизации оптических систем различного назначения; принципы построения физических и математических моделей	Знает методы анализа, синтеза и оптимизации оптических систем различного назначения; принципы построения физических и математических моделей	Тест
ПКО-2	ИД-2ПКО-2.	Умеет формулировать задачу и определять параметры для проведения моделирования функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений; выбирать численный метод моделирования функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений	Умеет формулировать задачу и определять параметры для проведения моделирования функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений; выбирать численный метод моделирования функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений	Доклад
ПКО-2	ИД-3ПКО-2.	Владеет навыками определения выходных параметров и функций разрабатываемого оптико-электронного прибора, которые должны быть определены в результате моделирования его функционирования на основе физических процессов и явлений; проведения компьютерного моделирования функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений	Владеет навыками определения выходных параметров и функций разрабатываемого оптико-электронного прибора, которые должны быть определены в результате моделирования его функционирования на основе физических процессов и явлений; проведения компьютерного моделирования функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений	Курсовой проект

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	126	126	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				
История фотоники. развитие современных представлений и методика научного исследования	3	0	6	21
От опыта практики к нормальной науке. Природа нормальной науки. Нормальная наука как решение головоломок (задач, не имеющих решения в рамках существующих представлений). Приоритет парадигм. Аномалия и возникновение научных открытий. Кризис и возникновение научных теорий. Реакция на кризис. Природа и необходимость научных революций. Революции как изменение взгляда на мир. Неразличимость революций. Разрешение революций. Прогресс, который несут революции.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Распространение излучения в оптических волноводах. Распространение излучения в оптических волноводах	3	0	4	21
История развития волноводов, история разработки оптических материалов волноводов, причины выбора кварца как материала современных волноводов. Причины выбора телекоммуникационной длины волны 1,3 и 1,55 мкм. Планарные волноводы, полосковые волноводы, оптическое волокно и их основные характеристики. Затухание излучения. Виды оптического волокна.				
Обработка радиосигнала оптическими методами. История развития обработки радиосигнала оптическими методами.	2	0	6	21
Ограничения аппаратуры базирующейся на традиционных электронных устройствах, возможности оптической обработки. Развитие оптических методов обработки сигнала с 80-х годов до настоящего времени. Требования к элементам фотоники в данной области применения, примеры элементов.				
Фотолитография, как способ изготовления полимерных элементов фотоники	3	0	6	21
История развития фотолитографии с 1950-х годов. Причины перехода от контактной к проекционной литографии, ограничения оптической литографии, современная оптическая нанолитография - иммерсионная и голографическая литография. Технологии 10 нм уровня –контактная литография, наноимпринтинг, нанометровая печать.				
Нелинейные свойства полимеров	3	0	6	21
Физические основы нелинейной оптики полимеров и молекулярных кристаллов, формирование нелинейных свойств полимеров, срок жизни полимеров и ограничения по эксплуатации.				
Современные тенденции развития лазерной техники в интересах оптоинформатики	2	0	6	21
История развития полупроводниковых лазеров с момента возникновения и до настоящего времени, основные узловые моменты развития, причины ограничений КПД и способы их преодоления, современное состояние полупроводниковых лазеров. Недостатки полупроводниковых лазеров связанные с принципиальными ограничениями и недостатками технологии, возможности улучшения их параметров.				
ИТОГО по 1-му семестру	16	0	34	126
ИТОГО по дисциплине	16	0	34	126

## Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Современные и традиционные технологии производства элементов фотоники (их перспективы и недостатки) • Технологии, основанные на неорганических кристаллах, преимущества и недостатки; • кремниевые технологии, преимущества и недостатки; • полимерные технологии, преимущества и недостатки; • технологии, основанные на органических кристаллах, преимущества и недостатки.
2	Полимеры в классической оптике и фотоник
3	Фотолитография. Плюсы и минусы -классическая фотолитография, область применения, плюсы и минусы различных схем
4	Модуляция излучения в оптических информационных системах. (Типы модуляторов и их характеристики)
5	Фотоника в ТГц области
6	Современные фотоприемники
7	Примеры практической реализации систем фотоники и их применения в аппаратуре

## Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Предпосылки развития фотоники как науки
2	Роль научных революций в развитии фотоники
3	История развития элементной базы фотоники
4	Развитие нанотехнологий и их перспективы в фотонике и оптоинформатике
5	СВЧ и оптоинформатика
6	Оптическая обработка сигналов
7	Оптические информационные системы
8	Применение нелинейных эффектов и материалов с особыми свойствами
9	Перспективные технологии фотоники и оптоинформатики
10	История фотоники в лицах

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Иродов И. Е. Волновые процессы. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2006.	19
2	Кирчанов В. С. Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие / В. С. Кирчанов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2016.	15

3	Т. 1. - Долгопрудный: , Интеллект, 2012. - (Оптика и фотоника. Принципы и применения : учебное пособие : в 2 т. : пер. с англ.; Т. 1).	5
4	Т. 2. - Долгопрудный: , Интеллект, 2012. - (Оптика и фотоника. Принципы и применения : учебное пособие : в 2 т. : пер. с англ.; Т. 2).	5
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Беспрозванных В. Г. Нелинейная оптика : учебное пособие для вузов / В. Г. Беспрозванных, В. П. Первадчук. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.	40
2	Военные лазеры России / Е. П. Велихов [и др.]. - Москва: Столичная энцикл., 2013.	1
3	Гуриков В. А. Становление прикладной оптики XV-XIX вв. / В. А. Гуриков. - Москва: Наука, 1983.	2
4	Карамзин Ю. Н. Математическое моделирование в нелинейной оптике / Ю. Н. Карамзин, А. П. Сухоруков, В. А. Трофимов. - Москва: Изд-во МГУ, 1989.	1
5	Козлов С. А. Основы фемтосекундной оптики / С. А. Козлов, В. В. Самарцев. - Москва: Физматлит, 2009.	1
6	М. Бертолотти. История лазера: Научное издание / М. Бертолотти – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. - 336 с.	3
7	Фотоника биоминеральных и биомиметических структур и материалов : коллективная монография / Ю. Н. Кульчин [и др.]. - Москва: Физматлит, 2011.	1
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Журнал «Прикладная фотоника»	1
2	Журнал «Фотоника»	
3	Квантовая электроника : журнал. - Москва: , Физ. ин-т им. П. Н. Лебедева РАН, , 1971 - . 2018, т. 48, № 8.	1
4	Фотоника : научно-технический журнал / Техносфера; Лазерная ассоциация; журнал Photonik и AT-Fachverlag GmbH. - Москва: Техносфера, 2007 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Кун Т. С. Структура научных революций : пер. с англ. / Т. Кун. - М.: АСТ, 2001.	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPULib2276">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPULib2276</a>	локальная сеть; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Пономарев А. Б. Методология научных исследований : учебное пособие / А. Б. Пономарев, Э. А. Пикулева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014.	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3635">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3635</a>	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Рыбаков Н. А. Моделирование процесса распространения электромагнитных волн по оптическому волокну : учебное пособие для втузов / Н. А. Рыбаков, А. П. Рыбаков. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3273">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3273</a>	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Соломатин В. А. История науки : учебное пособие для вузов / В. А. Соломатин. - Москва: PER SE, 2003.	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib2377">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib2377</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Цаплин А. И. Методы измерений в волоконной оптике : учебное пособие для вузов / А. И. Цаплин, М. Е. Лихачев. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib4099">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib4099</a>	локальная сеть; свободный доступ

### **6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	Компьютер или ноутбук с программным обеспечением (MS Windows + офисные приложения + антивирус) и проектором	1
Лекция	Компьютер или ноутбук с программным обеспечением (MS Windows + офисные приложения + антивирус) и проектором	1
Практическое занятие	Компьютер или ноутбук с программным обеспечением (MS Windows + офисные приложения + антивирус) и проектором	1

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

Факультет прикладной математики и механики

Кафедра Общая Физика

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

***«История и методология фотоники и оптоинформатики»***

основной профессиональной образовательной программы высшего образования –  
программы академической магистратуры

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
***«История и методология фотоники и оптоинформатики»***

Направление подготовки:	<u>12.04.03 Фотоника и оптоинформатика</u>
Профиль программы магистратуры:	<u><i>Материалы и технологии волоконной оптики</i></u>
Квалификация выпускника:	<u>магистр</u>
Выпускающая кафедра:	<u>Общая физика</u>
Форма обучения:	<u>Очная</u>

**Курс:** 1                    **Семестры:** 1

**Трудоёмкость:**

- кредитов по рабочему учебному плану:                    6 ЗЕ
- часов по рабочему учебному плану:                        180 ч

**Виды промежуточного контроля:**

Экзамен: –    Дифференцированный зачёт: **1 сем.**    Курсовой проект: **-1 сем.**    Курсовая работа:

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) рабочей программы дисциплины *«История и методология фотоники и оптоинформатики»* и разработан на основании:

- положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ, утвержденного «29» апреля 2014 г.;
- приказа ПНИПУ от 03.12.2015 № 3363-В «О введении структуры ФОС»;
- рабочей программы дисциплины *«История и методология фотоники и оптоинформатики»*, утвержденной «31» января 2019 г.

## **1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения**

### **1.1. Формируемые части компетенций**

Учебная дисциплина Б1.Б.06 *«История и методология фотоники и оптоинформатики»* участвует в *формировании компетенций: ОПК-1, ПКО-1, ПКО-2*. В рамках учебного плана образовательной программы в 1-ом семестре на этапе освоения данной учебной дисциплины формируются следующие дисциплинарные части компетенций:

**ОПК-1** *«Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественно-научную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора»*

**ПКО-1** *«Способен к анализу состояния научно-технической проблемы, технического задания и постановке цели и задач проводимых научных исследований на основе подбора и изучения литературных и патентных источников»*

**ПКО-2** *«Способен к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи»*

### **1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (1-го семестра базового учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и семинарские занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля		
	Текущий	Рубежный	Промежуточный диф. зачёт
<b>Усвоенные знания</b>			
<p><b>ИД-1<sub>ОПК-1</sub></b>. Знает методологические теории и принципы современной науки; теорию систем и преобразований сигналов; методы математического моделирования процессов, явлений и работы устройств и систем в профессиональной области; профессиональные программные комплексы моделирования и расчета параметров технических изделий и устройств; правила оформления патентов, научно-технических отчетов, подготовки научных статей к публикации; правила поиска патентной и научно-технической информации; общий курс технического английского языка</p> <p><b>ИД-1<sub>ПКО-1</sub></b>. Знает физическую и прикладную оптику; основные принципы построения оптических приборов; основные достижения и проблемы современной оплотехники, обеспечивающие модернизацию экономики и развитие фундаментальной и прикладной науки; основные типы, характеристики оптических и оптико-электронных систем, элементную базу оплотехники; основы теории оптических измерений и расчета элементов, узлов и систем оплотехники; принципы построения и функционирования электронных и оптикоэлектронных приборов и систем; общий курс технического английского языка в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий</p> <p><b>ИД-1<sub>ПКО-2</sub></b>. Знает основные характеристики и свойства оптического излучения; физические основы и принципы построения оптико-электронных приборов и систем различного назначения; методы анализа, синтеза и оптимизации оптических систем различного назначения; основные типы, характеристики оптических и оптико-электронных систем, элементная база оплотехники; специальные и стандартные языки программирования; принципы построения физических и математических моделей; основы алгоритмизации и программирования; технический английский язык в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий в объеме, необходимом для взаимодействия и получения информации из зарубежных источников</p>	<i>тест</i>	<i>индивидуальное задание</i>	
<b>Освоенные умения</b>			
<p><b>ИД-2<sub>ОПК-1</sub></b>. Умеет работать с научно-технической информацией; использовать стандартные текстовые и графические компьютерные программы для оформления документации; анализировать состояние и перспективы развития техники по направлению подготовки; применять справочные материалы</p> <p><b>ИД-2<sub>ПКО-1</sub></b>. Умеет работать с научно-технической информацией; производить патентный поиск; работать с техническими текстами; использовать стандартные текстовые и графические программы для оформления документации; анализировать состояние и перспективы развития оплотехники в целом и ее отдельных направлений; применять справочные материалы; представлять материалы для оформления патентов, готовить к публикации научные статьи и оформлять научно-технические отчеты; переводить научные тексты; искать патентную и научно-техническую информацию; составлять научно-технические отчеты и пояснительные записки</p> <p><b>ИД-2<sub>ПКО-2</sub></b>. Умеет формулировать задачу и определять параметры для проведения моделирования функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений; выбирать численный метод моделирования функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений; использовать стандартные компьютерные программы для проведения математического моделирования функционирования</p>	<i>тест</i>	<i>индивидуальное задание</i>	

<p>оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений; тестировать разработанные программы для проведения математического моделирования функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений; анализировать и применять результаты моделирования; выявлять зависимости между параметрами анализируемого процесса, явления и особенностями работы прибора; применять справочные материалы</p>			
<p><i>Приобретенные владения</i></p>			
<p><b>ИД-3<sub>ОПК-1</sub></b>. Владеет навыками представления материалов для оформления патентов, готовить к публикации научные статьи и оформлять научно-технические отчеты; перевода научно-технических текстов; поиска патентной и научно-технической информации; владеет методами разработки математических моделей процессов и работы устройств, выполнять их сравнительный анализ</p> <p><b>ИД-3<sub>ПКО-1</sub></b>. Владеет навыками выполнения трудовых действий: составление плана поиска научно-технической информации по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов; проведение поиска и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов; представление информации в систематизированном виде, оформление научно-технических отчетов</p> <p><b>ИД-3<sub>ПКО-2</sub></b>. Владеет навыками выполнения трудовых действий: постановка задачи и определение набора параметров, с учётом которых должно быть проведено моделирование процессов, явлений и особенностей работы изделий оптоэлектроники; определение выходных параметров и функций разрабатываемого оптико-электронного прибора, которые должны быть определены в результате моделирования его функционирования на основе физических процессов и явлений; разработка математических моделей функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений; проведение компьютерного моделирования функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений; проведение анализа полученных результатов моделирования работы оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений</p>			<p>курсовой проект</p>

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ИЗ – индивидуальное задание; ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

тоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## 2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

### 2.1. Текущий контроль

Текущий контроль для оценивания знаниевого компонента дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### 2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1)

проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты индивидуальных заданий по темам практических занятий, а также защитой курсовых работ.

### **2.2.1. Защита индивидуальных заданий**

Индивидуальные задания выдаются по темам практических занятий. Всего запланировано 7 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД. Защита индивидуального задания проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС магистерской программы.

#### ***Типовое индивидуальное задание.***

Типовое индивидуальное задание представляет собой презентацию с сообщением на 5 – 10 минут по теме семинара, например:

Обзор современных и традиционных технологий производства элементов фотоники

- Технологии, основанные на неорганических кристаллах, преимущества и недостатки;
- кремниевые технологии, преимущества и недостатки;
- полимерные технологии, преимущества и недостатки;
- технологии, основанные на органических кристаллах, преимущества и недостатки.

### **2.2.2. Защита курсовых работ**

Курсовая работа выполняется каждым студентом индивидуально. Примерный перечень тем курсовых работ приведён в РПД, но не ограничивается им.

## **2.3. Промежуточная аттестация**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля (интегральная положительная оценка) и рубежного контроля, включающего выполнение индивидуальных заданий и защиту курсовой работы.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде дифференцированного зачёта по дисциплине в форме теста, в котором проверяется усвоение материала обоих модулей дисциплины: «Модуль 1. Распространение и преобразование электромагнитной волны», «Модуль 2. Материалы фотоники».

### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для дифференцированного зачёта по дисциплине**

#### **История и методология фотоники и оптоинформатики**

Тест для итогового контроля

Количество заданий – 20, время тестирования – 45 минут.

1. Первой оптической линией связи (не считая сигнальных костров) был семафорный оптический телеграф французского механика Клода Шаппа, который связал Париж и Лилль (около 220 км) в  
а) 1794; б) 1837; в) 1844; г) 1850 г.

2. Совокупностью фундаментальных научных установок, представлений и терминов, принимаемая и разделяемая научным сообществом и объединяющая большинство его членов является:  
а) аксиома; б) парадигма; в) теорема; г) теория.

3. Основоположителем рационализма, подхода критической оценки опытных данных, вывода из них скрытых в природе истинных законов и их формулировки на математическом языке был  
а) Аристотель; б) Ньютон; в) Декарт; г) Лейбниц.
4. Выделение фотоники в отдельную область техники произошло после  
а) открытия законов распространения света; б) открытие электромагнитных волн;  
в) открытие оптических волноводов; г) **изобретение лазера.**
5. Выдающийся вклад в развитие технологии квантовых гетероструктур сделал  
а) Н. Г. Басов; б) А. М. Прохоров; в) П.Л.Капица; г) **Ж. И. Алфёров.**
6. Выбор телекоммуникационных длин волн 1310 и 1550 нм обусловлен  
а) **спектром поглощения кварца;** б) спектрами излучения газовых лазеров;  
в) низкой межмодовой дисперсией; г) высокой числовой апертурой.
7. Потери мощности излучения при изгибе волокна вызваны  
а) релеевским рассеянием; б) интерференцией прямой и обратной волн;  
в) **передачей энергии из сердцевины мод в оболочечные;**  
г) наведённой анизотропией напряжённого волокна.
8. Метод мод для анализа излучения в волоконных световодах основан на  
а) законах геометрической оптики; б) **решении уравнений Максвелла;**  
в) представлении волн рядами Фурье; г) решении уравнения эйконала.
9. Лучевой подход для описания распространения излучения применим  
а) если длина волновода много больше длины волны; б) для одномодовых световодов;  
в) **многомодовых световодов;** г) анизотропных световодов.
10. Способность фотоприемника без искажения регистрировать быстрые изменения интенсивности светового потока называется  
а) детектирующая способность; б) обнаружительная способность  
в) **инерционность;** г) спектральная чувствительность.
11. Монокристаллические структуры для фотолитографических подложек изготавливают методом  
а) Бриджмена; б) **Чохральского;** в) Пфанна; г) Вернейля.
12. Применение иммерсионной жидкости в литографии позволяет увеличить  
а) **разрешающую способность;** б) размер записываемого поля;  
в) интенсивность подводимого излучения; г) интенсивность теплоотвода.
13. Разрешение электронно-лучевой литографии составляет  
а) 0,1 нм; б) **1 нм;** в) 10 нм; г) 20 нм.
14. Возможность создавать периодические или квазипериодические структуры на площади до 1 кв.м даёт фотолитография  
а) контактная; б) иммерсионная; в) электронно-лучевая; г) **интерференционная.**
15. Терагерцовое излучение может применяться для  
а) **неразрушающего контроля;** б) накачки активных волоконных световодов; в) передачи информации по активным волоконным световодам; г) наноструктурного анализа.
16. Баллистические транзисторы на гетероструктурах GaAs/AlGaAs основаны на  
а) взаимодействии валентных электронов; б) минимальной энергии Бозе-конденсата;  
в) **управлении двумерным электронным газом;** г) туннельном эффекте.

17. Качественный прирост в плотности записи на диски (CD, DVD, Blu-ray) обусловлен увеличением  
*а) длины волны применяемого лазерного излучения; б) времени экспозиции;*  
*в) числовой апертуры считывающего устройства; г) мощности излучения.*
18. Недостатком полупроводниковых лазеров является:  
*а) высокое энергопотребление; б) высокая монохроматичность излучения;*  
*в) невысокая направленность излучения; г) низкая мощность.*
19. Высокочастотные модуляторы оптической мощности основаны на эффекте  
*а) Комптона; б) Поппельса; в) Магнуса; г) Пельтье.*
20. Основным достоинством активной фазированной антенной решётки (АФАР) является  
*а) высокая мощность излучения при низком потреблении энергии; б) высокая надёжность при низком уровне тепловыделения; в) управление направлением излучения при высокой надёжности;*  
*г) простота изготовления решётки при высоких показателях энергоэффективности и надёжности.*

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на дифференцируемом зачёте**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем пересчёта баллов, набранных во время тестирования по следующему правилу: правильный ответ на вопрос теста оценивается в 5 баллов. Оценка выставляется в соответствии с критериями:

85 – 100 баллов	–	«отлично»,
65 – 80	–	«хорошо»,
40 – 60	–	«удовлетворительно»,
менее 40	–	«неудовлетворительно».

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций**

### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций**

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС магистерской программы.

### **3.2. Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей

части ФОС магистерской программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС магистерской программы.

### **Критерии оценки заданий**

**Оценка «пять» ставится**, если обучающийся осознанно излагает и оценивает суть данной ситуации, с аргументацией своей точки зрения, умеет анализировать, обобщать и предлагает верные пути решения складывающейся ситуации.

**Оценка «четыре» ставится**, если обучающийся понимает суть ситуации, логично строит свой ответ, но допускает незначительные неточности при определении путей решения.

**Оценка «три» ставится**, если обучающийся ориентируется в сущности складывающейся ситуации, но нуждается в наводящих вопросах, не умеет анализировать и не совсем верно намечает пути решения ситуации.

**Оценка «два» ставится**, если обучающийся не ориентируется и не понимает суть данной ситуации, не может предложить путей ее решения, либо допускает грубые ошибки.

**Вопросы для контроля усвоенных знаний:**

- 1) Законы преломления света впервые сформулировал  
а) **Аристотель**; б) Коперник; в) Ньютон; г) Френель.
- 2) Явление полного внутреннего отражения света при переходе в оптически менее плотную среду впервые описал  
а) Ньютон; б) Гук; в) **Кеплер**; г) Максвелл.
- 3) Первое безынерционное устройство, позволяющее передавать изображение, реализовано  
а) **Розингом**; б) Поповым; в) Маркони; г) Шаппом.
- 4) Метод создания инверсной населенности за счет воздействия на молекулы внешним электромагнитным излучением резонансной частоты, разработанный Прохоровым и Басовым  
а) ядерный магнитный резонанс; б) **оптическая накачка**;  
в) ядерный квадрупольный резонанс; в) самофокусировка.
- 5) Какая оптическая среда не используется в лазерах  
а) рубин; б) ниодим; в) эрбий г) **кремний**.
- 6) Поляризацию в волокнах типа «панда» позволяет сохранять  
а) защитное упрочняющее покрытие; б) активная сердцевина;  
в) сердцевина с градиентным профилем показателя преломления;  
г) **нагружающий стержень**.
- 7) Какая длина волны соответствует окну прозрачности в кварце  
а) 640 нм; б) 1290; в) 1383 нм; г) **1550 нм**.
- 8) Какой механизм потерь излучения не зависит от радиуса изгиба волокна  
а) превышение скорости света в среде периферийной частью моды;  
б) **рэлеевское рассеяние**; в) нарушение закона полного внутреннего отражения;  
г) смещение центра модового пятна.
- 9) Принцип работы фотодиода основан на  
а) внутреннем фотоэффекте; б) внешнем фотоэффекте;  
в) **вентильном фотоэффекте**; г) фотолюминесценции.
- 10) Для создания систем технического зрения применяют  
а) **матричные фотоприёмники**; б) фотоприёмники на внешнем фотоэффекте;  
в) фотодиоды; г) фоторезисторы.

- 11) Кто первый сформулировал законы отражения света  
а) **Эвклид**; б) Декарт; в) Ньютон; г) Гюйгенс.
- 12) Автором исследований, показавших, что оптимальным материалом для изготовления оптических волокон является оксид кремния, является  
а) Джон Холл; б) Роберт Маурер; в) Вольфганг Кеттерле; г) **Чарльз Као Куэн**.
- 13) Термин «фотоника» введён  
а) Эйнштейном; б) **Терениным**; в) Маурером; г) Мейнманом.
- 14) Автором лазера на аммиаке является  
а) Амлепт; б) **Таунс**; в) Десурвир; г) Гоулд.
- 15) Частью телекоммуникационного оптического волокна не является  
а) оболочка; б) сердцевина; в) защитное упрочняющее покрытие;  
г) **нагружающий стержень**.
- 16) Критический угол ввода излучения в оптическое волокно определяется  
а) длиной волны излучения б) **апертурой**; в) мощностью излучения;  
г) диаметром сердцевины.
- 17) Спектральное уплотнение (WDM) позволяет передавать одновременно по одному волокну сразу несколько длин волн в диапазонах  
а) 480 и 640 нм; б) 589,59 и 588,99 нм; в) 1290 и 1383 нм; г) **1300 и 1550 нм**.
- 18) При соединении оптических волокон наименьший уровень потерь обеспечивает  
а) РС-соединение; б) APC-соединение;  
в) **сварное соединение**; г) иммерсионная жидкость.
- 19) Принцип работы фоторезистора основан на  
а) **внутреннем фотоэффекте**; б) внешнем фотоэффекте;  
в) вентильном фотоэффекте; г) фотолюминесценции.
- 20) Фотоприёмники для дальнего обнаружения, идентификации и определения параметров объекта в земных условиях работают в диапазоне  
а) инфракрасном; б) видимом; в) **ультрафиолетовом**; г) терагерцевом.

### **Задания для контроля усвоенных умений**

- 1) Технологический этап изготовления подложек для литографии, обеспечивающий поверхность с неровностями не более 10 нм  
а) выращивание монокристалла методом Чохральского;  
б) разрезание алмазным диском; в) микропорошковое шлифование; г) **травление**.
- 2) В резист добавляют растворители (метанол, бензол, толуол, ацетон) для

- а) изменения растворимости; б) изменения вязкости; в) улучшения связи с подложкой; г) **однородного распределения всех компонентов.**
- 3) Тип литографии с наименьшей длиной волны избирательного облучения резистной плёнки  
а) фотолитография; б) рентгенолитография;  
в) **электронная литография**; ионолитография.
- 4) Недостатком контактной литографии является  
а) невысокая разрешающая способность; б) малая скорость и высокая дороговизна процесса; в) **наличие дифракционных эффектов в готовом изделии**;  
г) возможность изготавливать только периодические структуры.
- 5) Лазер типа VCSEL относится к  
а) ультрафиолетовым; б) газовым; в) **квантоворазмерным**; г) рентгеновским.
- 6) В оптических носителях Blu-Ray применяется лазер с длиной волны  
а) **405** нм; б) 650 нм; в) 780 нм; г) 1550 нм.
- 7) Высокоскоростные баллистические транзисторы теоретически могут работать на частотах  
а) МГц; б) ГГц; в) **ТГц**; г) ПТц.
- 8) Ячейка Керра применяется для управления  
а) поляризацией; б) **интенсивностью**; в) фазой; г) направлением.
- 9) Величина светового потока, которая на выходе фотоприемника в единичной полосе частот вызывает сигнал, равный шуму  
а) интегральная чувствительность; б) детектирующая способность;  
в) **эквивалентная мощность шума**; г) обнаружительная способность.
- 10) Каждая ячейка активной фазированной антенной решётки (АФАР) по сравнению с таковой фазированной активной решёткой (ФАР) содержит  
а) анализатор и поляризатор; б) фазовращатель; в) **приёмопередатчик**; г) двигатель.
- 11) Технологический этап изготовления подложек для литографии, предшествующий финальной обработке  
а) выращивание монокристалла методом Чохральского;  
б) **разрезание алмазным диском**; в) **микророшковое шлифование**; г) травление.
- 12) В резист добавляют пленкообразующие полимеры (эпоксидные и другие смолы) для  
а) изменения растворимости; б) **изменения вязкости**; в) улучшения связи с подложкой; г) однородного распределения всех компонентов.
- 13) Тип литографии с наименьшей разрешающей способностью  
а) **фотолитография**; б) рентгенолитография;

в) электронная литография; ионолитография.

- 14) Недостатком электронно-лучевой литографии является  
а) невысокая разрешающая способность; б) **малая скорость и высокая дороговизна процесса**; в) наличие дифракционных эффектов в готовом изделии;  
г) возможность изготавливать только периодические структуры.
- 15) Лазер на свободных электронах позволяет генерировать излучение  
а) ультрафиолетовое; б) **терагерцевое**; в) рентгеновское; г) гамма-излучение.
- 16) Лазеры какой длины волны не применяются в устройствах, работающих с оптическими дисками  
а) 405 нм; б) 650 нм; в) 780 нм; г) **1550 нм**.
- 17) Скорость электронов в баллистических транзисторах, основанных на гетероструктурах GaAs/AlGaAs, соответствует  
а) **фермиевской**; б) дрейфовой; в) тепловой средней; г) тепловой среднеквадратичной.
- 18) В пикосекундном модуляторе излучения в качестве рабочего вещества применяется  
а) **сероуглерод**; б) нитробензол; в) дигидрофосфат; г) оксид кремния.
- 19) Мера реакции фотоприёмника на поток электромагнитного излучения заданного состава  
а) ) детектирующая способность; б) **бинтегральная чувствительность**;  
в) эквивалентная мощность шума; г) обнаружительная способность.
- 20) Элементы фазированной антенной решетки (ФАР) содержат  
а) поляризатор и анализатор; б) **фазовращатель**;  
в) дифракционную решётку; г) антенну.

**Задания для контроля усвоенных владений навыками** формулируются при выборе темы и составлении плана курсового проекта, владение навыками проверяется при его защите.