

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 3

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А.В. Копыльцов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

« 26 » июня 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Фотоника»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	03.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладные математика и физика
Наименование направленности	Прикладная физика и информационные технологии в наноиндустрии
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Санкт-Петербург– 2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.ф.-м.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



17.06.2024

(подпись, дата)

Ю.А. Новикова

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 3

« 18 » июня 2024 г, протокол № 15

Заведующий кафедрой № 3

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)



18.06.2024

(подпись, дата)

А.В. Копыльцов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.ф.-м.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



14.06.2024

(подпись, дата)

Ю.А. Новикова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Фотоника» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки / специальности 03.03.01 «Прикладные математика и физика» направленности «Прикладная физика и информационные технологии в наноиндустрии». Дисциплина реализуется кафедрой «№3».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач»

ПК-6 «Способен разработать методики и технические руководства для экспериментальной проверки технологических процессов и исследования параметров наноструктурных материалов»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с современными теоретическими и экспериментальными методами в области создания приборов на основе законов преобразования оптического излучения в интегрированных структурах, в том числе в структурах пониженной размерности, и прикладными задачами в области оптоэлектроники.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

- получение обучающимися необходимых навыков в области современных теоретических и экспериментальных методов разработки приборов фотоники и нанофотоники;
- ознакомление обучающихся с основными способами преобразования оптических сигналов в устройствах контроля, передачи и обработки информации на основе интегрированных структур и структур пониженной размерности;
- представление возможности обучающимся развить и продемонстрировать навыки в области проектирования и конструирования оптических и оптоэлектронных приборов.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен разработать технические требования к модернизации технологических линий с целью реализации концепции производства и оптимизации технологических процессов с учетом требований систем менеджмента	ПК-5.3.1 знать особенности разработки технических требований к модернизации технологических линий с целью реализации концепции производства и оптимизации технологических процессов с учетом требований систем менеджмента ПК-5.У.1 уметь разрабатывать технические требования к модернизации технологических линий с учетом требований систем менеджмента ПК-5.В.1 владеть навыками разработки технических требований к модернизации технологических линий
Профессиональные компетенции	ПК-6 Способен подготовить и согласовать комплекты документации по предлагаемым к внедрению технологическим процессам с ответственными исполнителями смежных подразделений согласно бизнес-процессу систем менеджмента	ПК-6.3.1 знать особенности подготовки и согласования комплектов документации по предлагаемым к внедрению технологическим процессам с ответственными исполнителями смежных подразделений согласно бизнес-процессу систем менеджмента ПК-6.У.1 уметь подготавливать и согласовывать комплекты документации с ответственными исполнителями смежных подразделений ПК-6.В.1 владеть навыками подготовки комплектов документации

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- прикладная оптика;
- теория оптико-электронных систем.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- конструирование оптико-электронных приборов и систем;
- экспериментальные методы оптики.

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№6
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	57	57
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Введение в фотонику	2	2			3
Тема 1.1. Введение в волоконную оптику	1				1
Тема 1.2. Оптические сигналы, материалы и приборы	1	2			2
Раздел 2. Оптические волноводы	3	10			18
Тема 2.1. Планарные и цилиндрические	1	4			7

оптические волноводы					
Тема 2.2. Уширение оптических сигналов в стекловолокне	1	2			4
Тема 2.3. Потери оптических сигналов в стекловолокнах	1	4			7
Раздел 3. Преобразование оптических сигналов	5	8			14
Тема 3.1. Акусто- и магнитооптические эффекты	1	2			3
Тема 3.2. Электрооптические эффекты	2	4			8
Тема 3.3. Нелинейные оптические эффекты	2	2			3
Раздел 4. Управление оптическими сигналами в волоконно-оптических системах связи	4	12			19
Тема 4.1. Структура волоконной линии связи. Пассивные и активные компоненты систем оптической связи	2	8			12
Тема 4.2. Оптические приемники и передатчики	2	4			7
Раздел 5. Нанопотоника	3	2			3
Тема 5.1. Классификация и оптические свойства наноматериалов	2				1
Тема 5.2. Приборы нанопотоники	1	2			2
Итого в семестре:	17	34			57
Итого:	17	34	0	0	57

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Введение в фотонику Лекция 1. Введение в волоконную оптику. Оптические сигналы, материалы и приборы. Области применения электромагнитного спектра излучения в волоконной оптике. Классификация оптических материалов. Основные типы приборов фотоники.
2	Оптические волноводы Лекция 2. Планарные и цилиндрические оптические волноводы. Конструкции волноводов. Градиентные стекловолокна. Мода оптического излучения. Условие поперечного резонанса для планарного волновода. Числовая апертура стекловолокна. Причины уширения оптических сигналов в стекловолокне: расходимость светового пучка, дисперсия. Лекция 3. Потери оптических сигналов в стекловолокнах: дисперсия, рэлеевское рассеяние света, поглощение гидроксильными группами в стекловолокне, комбинационное рассеяние света.
3	Преобразование оптических сигналов Лекция 3. Акустооптический эффект. Дифракция Рамана–Ната. Дифракция Брэгга. Дифракционная эффективность при акустооптическом эффекте.

	<p>Магнитооптические эффекты. Эффект Фарадея. Постоянная Верде.</p> <p>Лекция 4. Электрооптические эффекты: линейный, квадратичный, Франца-Келдыша, квантово-размерный эффект Штарка, в полупроводниках при инжекции электронов, в жидких кристаллах.</p> <p>Лекция 5. Нелинейные оптические эффекты. Генерация четных и нечетных гармоник, суммарной и разностной частоты. Параметрическое усиление. Вынужденное комбинационное рассеяние света. Нелинейное изменение показателя преломления среды.</p>
4	<p>Управление оптическими сигналами в волоконно-оптических системах связи</p> <p>Лекция 6. Структура волоконной линии связи. Пассивные и активные компоненты систем оптической связи. Мультиплексоры и демультиплексоры. Волоконные усилители. Регенератор сигналов. Устройства ввода-вывода оптических сигналов. Соединители и разветвители. Фильтры на основе брэгговских и гофрированных волноводов. Волноводные кольцевые резонаторы. Волноводный интерферометр Маха-Цендера. Фотоннокристаллические волноводы. Переключатели и коммутаторы на основе электрооптических эффектов. Волноводные устройства на основе акустооптического эффекта. Микромеханические коммутаторы.</p> <p>Лекция 7. Оптические приемники и передатчики. Коэффициент ошибок. Чувствительность оптического приемника. Приемные оптоэлектронные модули: аналоговые, цифровые. Передающие оптоэлектронные модули.</p>
5	<p>Нанопотоника</p> <p>Лекция 8. Классификация и оптические свойства наноматериалов: металлические нанокластеры, полупроводниковые нанокластеры, фотонные нанокластеры, структуры на основе квантовых ям и квантовых точек. Приборы нанопотоники: нанозлектронные лазеры, оптические модуляторы, фотоприемные нанозлектронные приборы.</p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6					
	Расчет констант оптических материалов	Совместное решение задач	2	0.5	1
	Расчет условия поперечного резонанса для планарного волновода, номинальной числовой апертуры стекловолокна	Совместное решение задач	2	0.5	2
	Расчет групповой скорости распространения оптического импульса, профиля распределения показателя	Совместное решение задач	4	0.5	2

преломления в градиентном стекловолокне, предельного числа мод, способных распространяться по стекловолокну					
Расчет потерь в стекловолокне: дисперсия диэлектрической проницаемости, рэлеевское рассеяние света, поглощение гидроксильными группами, комбинационное рассеяние света	Совместное решение задач	4	0.5	2	
Решение задач на акустооптический эффект и эффект Фарадея	Совместное решение задач	2	0.5	3	
Решение задач на линейный и квадратичный электрооптический эффекты	Совместное решение задач	4	0.5	3	
Решение задач по генерации оптических гармоник (нелинейной оптике)	Совместное решение задач	2	0.5	3	
Расчет эффективности согласования одномодовых волноводных структур	Совместное решение задач	2	0.5	4	
Расчет параметров электрооптических модуляторов света (модулятор Фабри-Перо, модуляторы бегущей волны)	Совместное решение задач	2	0.5	4	
Расчет параметров бистабильных электрооптических устройств	Совместное решение задач	2	0.5	4	
Расчет параметров акустооптического взаимодействия в кристаллах	Совместное решение задач	2	0.5	4	
Расчет параметров приемников оптического излучения	Совместное решение задач	2	0.5	4	

	Анализ и синтез структурных схем передающих оптоэлектронных модулей	Занятие по моделированию реальных условий	2	0.5	4
	Анализ и синтез приборов нанофотоники	Занятие по моделированию реальных условий	2	0.5	4
Всего			34		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		40
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		7
Всего:	57	57

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
ЭБС Лань	Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника : учебное пособие // А.Н. Игнатов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — 3-е изд., стер. — СПб.: Издательство “Лань”, 2019. — 596 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/119822	ЭБС Лань
ЭБС Лань	Панов, М.Ф. Физические основы фотоники : учебное пособие / М.Ф. Панов, А.В. Соломонов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — 2-е изд., испр. — СПб.: Издательство “Лань”, 2018. — 564 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/101835	ЭБС Лань
ЭБС Лань	Давыдов, В.Н. Физические основы оптоэлектроники : учебное пособие // В.Н. Давыдов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М.: ТУСУР, 2016. — 139 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/110271	ЭБС Лань
ЭБС Лань	Сидоров, А.И. Основы фотоники: физические принципы и методы преобразования оптических сигналов в устройствах фотоники : учебное пособие // А.И. Сидоров. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб : НИУ ИТМО, 2014. — 148 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/70977	ЭБС Лань

7. Перечень электронных образовательных ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://e.lanbook.com	Лань : электронно-библиотечная система

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Microsoft Windows, MS Visio, MS Project - № 5024789156 от 12.18.2017 Номер подписки Microsoft Imagine Premium: 1203679029 Microsoft Office - № 809-3 от 04.07.17 . Номер лицензии Microsoft Office: 68710015 AutoCAD R20.1.49.0.0 (лицензия: сетевая 563-59077482) Microsoft Visual Studio 2017 Community 15.0.26730.15 (лицензия: GPL) Dev-C++ 5 (лицензия: GPL) PascalABC.NET 3.3.0.1542 (лицензия: LGPL v3) Scilab 6.0.2 (лицензия: GPL) Umbrello UML Modeller 2.29.0 (лицензия: GPL) Oracle VM Virtual Box 5.1.28.17968 (лицензия: GPL v2)

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-02
2	Учебная аудитория для практических занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Специализированная мебель; лабораторное оборудование: ПЭВМ - 19 шт., объединенных в локальную вычислительную сеть с выходом в вычислительную сеть ГУАП и Интернет.	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №22-08

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Волоконная оптика. Основные понятия и определения.	ПК-5.3.1
	Характеристики оптических сигналов.	ПК-5.У.1
	Характеристики оптических материалов и их классификация.	ПК-5.В.1
	Области применения электромагнитного спектра излучения в волоконной оптике.	ПК-6.3.1
	Приборы и компоненты фотоники.	ПК-6.У.1
	Конструкция и основные характеристики планарных волноводов.	ПК-6.В.1
	Условие поперечного резонанса для планарного волновода.	ПК-5.3.1
	Конструкция и основные характеристики цилиндрических оптические волноводы.	ПК-5.У.1

	Градиентные стекловолокна. Числовая апертура стекловолокна.	ПК-5.В.1
	Уширение оптических сигналов в стекловолокне.	ПК-5.3.1
	Характеристики потери оптических сигналов в стекловолокнах.	ПК-5.У.1
	Акустооптический эффект. Дифракция Рамана–Ната. Дифракция Брэгга.	ПК-5.В.1
	Дифракционная эффективность при акустооптическом эффекте.	ПК-6.3.1
	Магнитооптические эффекты. Эффект Фарадея. Постоянная Верде.	ПК-6.У.1
	Линейный и квадратичный электрооптические эффекты.	ПК-6.В.1
	Эффект Франца-Келдыша, квантово-размерный эффект Штарка.	ПК-5.3.1
	Электрооптические эффекты в полупроводниках, в жидких кристаллах.	ПК-6.3.1
	Генерация четных и нечетных гармоник.	ПК-6.У.1
	Генерация суммарной и разностной частоты. Параметрическое усиление.	ПК-6.В.1
	Вынужденное комбинационное рассеяние света. Нелинейное изменение показателя преломления среды.	ПК-5.3.1
	Структура волоконной линии связи.	ПК-6.3.1
	Устройства ввода-вывода оптических сигналов. Соединители и разветвители.	ПК-6.У.1
	Мультиплексоры и демультиплексоры. Волоконные усилители. Регенератор сигналов.	ПК-6.В.1
	Фильтры на основе брэгговских и гофрированных волноводов. Волноводные кольцевые резонаторы.	ПК-5.3.1
	Волноводный интерферометр Маха-Цендера.	ПК-5.У.1
	Волноводные устройства на основе акустооптического эффекта.	ПК-5.В.1
	Переключатели и коммутаторы на основе электрооптических эффектов. Микромеханические коммутаторы.	ПК-5.3.1
	Приемные оптоэлектронные модули.	ПК-5.У.1
	Передающие оптоэлектронные модули.	ПК-6.3.1
	Классификация и оптические свойства наноматериалов.	ПК-6.У.1
	Приборы нанопотоники.	ПК-6.В.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.
Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	Длина волны, соответствующая верхней границе оптического диапазона.	ПК-5.3.1
	Длина волны, соответствующая инфракрасному излучению.	ПК-5.3.1
	Назовите частицы, которые переносят энергию оптического излучения.	ПК-5.3.1
	Параметр, характеризующий среду распространения электромагнитной волны.	ПК-5.3.1
	Какой тип нелинейной восприимчивости используется для генерации четных гармоник?	ПК-5.3.1
	Какие типы модуляции оптических сигналов могут быть получены с помощью электрооптических эффектов?	ПК-6.3.1
	Условия возникновения дифракции Рамана-Ната и дифракции Брэгга при акустооптическом эффекте.	ПК-6.3.1
	Какому условию должен удовлетворить показатель преломления сердцевины оптического волокна?	ПК-6.3.1
	Что обозначает термин «числовая апертура»?	ПК-6.3.1
	Какой тип модуляции можно получить в волноводе при использовании эффекта Франца-Келдыша?	ПК-5.3.1
	Какое волокно обеспечивает максимальную ширину полосы пропускания информации?	ПК-5.3.1
	Какие значения затухания на километр имеют современные оптические волокна для систем магистральной связи?	ПК-5.3.1
	Чем отличаются одномодовые волокна от многомодовых волокон?	ПК-5.3.1
	Для каких целей в волоконно-оптической системе связи используют демультиплексоры?	ПК-5.3.1
	Характерная протяженность магистральной волоконно-оптической системы связи.	ПК-6.3.1
	Какие факторы учитываются при определении реальной чувствительности приемника цифровой волоконно-оптической системы связи?	ПК-6.3.1
	Какие устройства относятся к нанофотонным?	ПК-6.3.1
	Какого типа лазеры обладают минимальными пороговыми токами?	ПК-5.3.1
	Какие наноструктуры называются квантовыми точками?	ПК-5.3.1
	Какими оптическими свойствами обладают металлические нанокластеры?	ПК-5.3.1

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
(Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине).

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала представлена в учебно-методическом пособии: Котликов Е.Н, Варфоломеев Г.А. Оптика лазеров. СПб.: ГУАП. 2016.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

Учебным планом не предусмотрено

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

На практическом занятии преподаватель вместе со студентами решает типовые задачи по текущей теме.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Учебным планом не предусмотрено

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Учебным планом не предусмотрено

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Основными методами текущего контроля успеваемости являются:

- устный опрос по отдельным темам, разделам дисциплин (модулей);
- проверка выполнения письменных домашних и лабораторных заданий, практических и расчетно-графических работ;
- тестирование, контроль самостоятельной работы (в письменной или устной форме);
- проверка типовых расчетов, рефератов.

Требования к текущему контролю успеваемости:

- преподаватель информирует обучающихся о применяемой системе текущего контроля успеваемости на первом занятии.
- текущий контроль успеваемости по дисциплине проводится не менее двух раз в семестр.

При проведении промежуточной аттестации будут учитываться:

- посещаемость занятия студентами;
- подготовленность студентов к занятию;
- наличие в необходимом количестве защищенных отчетов по лабораторным и практическим работам;
- наличие реферата и отчетов по домашним заданиям, выполненным в ходе самостоятельной работы;
- число баллов, набранных обучающимся по дисциплине на момент реализации текущего контроля успеваемости.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Допуск к сдаче экзамена обучающийся получает при условии:

- наличия в необходимом количестве защищенных отчетов по лабораторным и практическим работам;
 - наличия реферата, выполненного в ходе самостоятельной работы.
- Экзаменационная оценка выставляется с учетом итогового количества баллов, набранных в ходе текущего контроля по дисциплине, а также результата аттестации письменных и устных ответов на два вопроса из перечня вопросов к экзамену по дисциплине.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой