

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

Кафедра № 21

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Гладкий

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«4» 03 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Антенны оптической связи»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.04.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Опtotехника
Наименование направленности	Опτικο-электронные приборы и комплексы
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., м.н.с.
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

М.Б. Рыжиков
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 21

«24» марта 2025 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 21

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

А.Ф. Крячко
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.В. Марковская
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Антенны оптической связи» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/специальности 12.04.02 «Оптотехника» направленности «Оптико-электронные приборы и комплексы». Дисциплина реализуется кафедрой «№21».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «Способность к анализу состояния научно-технической проблемы, технического задания и постановке цели и задач проектирования оптических и оптико-электронных приборов, систем и комплексов на основе подбора и изучения литературных и патентных источников»

ПК-3 «Способность к выбору оптимального метода создания новых оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и разработке программ экспериментальных исследований, проведению оптических, фотометрических и электрических измерений с выбором технических средств и обработкой результатов»

ПК-4 «Способность к определению направлений и содержанию исследований по разработке и созданию новых квантово-оптических систем для решения задач навигации, связи и контроля космического пространства»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с использованием основ теории оптики лазеров для разработки оптических передающих антенн и основ геометрической оптики для расчета оптических приемных антенн, предназначенных для использования в лазерных системах связи, с разработкой покрытий антенн, защищающих антенны в процессе эксплуатации и обеспечивающие их частотную селективность для увеличения отношения сигнал/шум в приемном тракте лазерной системы связи, с основами конструкций оптических систем, предназначенных для расчета ввода излучения в оптическое волокно; овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями оптики лазеров, а также методами оптических исследований.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Получение обучающимися необходимых знаний, умений и навыков в области разработки оптических узлов систем связи атмосферного и оптоволоконного типов, ознакомление с современными решениями по формированию, передаче и приему когерентного излучения, элементной базой оптических трактов для передачи информации.

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-2 Способность к анализу состояния научно-технической проблемы, технического задания и постановке цели и задач проектирования оптических и оптико-электронных приборов, систем и комплексов на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	ПК-2.У.1 умеет составлять планы поиска научно-технической информации по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способность к выбору оптимального метода создания новых оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и разработке программ экспериментальных исследований, проведению оптических, фотометрических и	ПК-3.У.1 умеет формировать задачи для выявления принципов и путей создания новых оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ПК-3.У.3 умеет выбирать оптимальные методы и разрабатывать программы экспериментальных исследований

	электрических измерений с выбором технических средств и обработкой результатов	
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способность к определению направлений и содержанию исследований по разработке и созданию новых квантово-оптических систем для решения задач навигации, связи и контроля космического пространства	ПК-4.У.1 умеет проводить теоретические и экспериментальные исследования, обосновывающие разработку и создание новых квантово-оптических систем и их составных частей

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Физика»,
- «Основы оптики».

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

- «Лазерные системы специального назначения».

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
		№2
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)		
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36

Самостоятельная работа , всего (час)	74	74
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 2					
Раздел 1. Основы лазерных систем, использующихся в качестве источников излучения в системах оптической связи Тема 1.1 Открытые резонаторы. Открытый резонатор, его добротность. Условия самовозбуждения. Условия резонанса. Частота генерации. Максимальная выходная мощность. Тема 1.2. Моды. Время жизни пассивного резонатора. Дифракционные потери. Тема 1.3 Устойчивые резонаторы. Условие устойчивости. Типы устойчивых резонаторов. Конфокальный резонатор. Распределение поля. Гауссовы пучки. Размер пятна. Расходимость излучения. Радиус кривизны волнового фронта. Тема 1.4 Преобразование гауссовых пучков линзой. Согласование мод резонаторов. Фокусирование гауссовых пучков. Тема 1.5 Неустойчивые резонаторы. Коэффициент усиления, потери на излучение. Симметричный резонатор. Телескопический		3	10		20
Раздел 2. Оптические элементы лазерных систем связи. Тема 2.1 Материалы для оптических элементов Оптические элементы для лазерной техники. УФ-, видимая и ИК-области спектра. Тема 2.2 Частотно-селективные многослойные интерференционные покрытия для оптических элементов лазерных систем в различных областях спектра. Методы разработки и техника изготовления. Тема 2.3 Взаимодействие мощного излучения с металлами и интерференционными покрытиями		7	7		20
Раздел 3. Основы расчета приемных оптических антенн связи Тема 3.1 Расчет параметров склеенного объектива Тема 3.2 Ограничение пучков в оптических системах Тема 3.3 Синтез двухкомпонентной оптической системы		4			17

Раздел 4. Анализ и синтез многослойных оптических покрытий Тема 4.1 Модель для расчета многослойных покрытий Тема 4.2 Рекуррентный метод Тема 4.3 Матричный метод Тема 4.4 Метод эквивалентных слоев Раздел 5. Оптическое согласование					
Раздел 5. Оптическое согласование волоконных световодов Тема 5.1 Оптические волноводные моды Тема 5.2 Поперечные элементы связи. Прямое фокусирование. Тема 5.3 Ввод излучения в волокно от газовых, жидкостных и твердотельных лазеров. Измерение потерь ввода Тема 5.4 Ввод излучения в волокно от полупроводниковых светодиодов и лазерных диодов Тема 5.5 Соединение и потери при соединении оптических волокон		3			17
Итого в семестре:		17	17		74
Итого	0	17	17	0	74

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
	Учебным планом не предусмотрено

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)	№ раздела дисциплины
Семестр 2				
1	Расчет параметров полуконфокального резонатора при заданной угловой расходимости и энергетических исходных параметрах	решение задач, мозговой штурм, групповые дискуссии	3	1
2	Расчет падения интенсивности при прохождении света через	решение задач, мозговой штурм, групповые дискуссии	2	2

	поляризаторы			
3	Расчет интерференции света на выходе кристалла с двойным лучепреломлением в функции от толщины кристалла	решение задач	2	2
4	Расчет просветляющих покрытий	решение задач, мозговой штурм, групповые дискуссии	3	2
5	Расчет параметров склеенного объектива	решение задач	2	3
6	Синтез двухкомпонентной оптической системы	решение задач, мозговой штурм, групповые дискуссии	2	3
7	Расчет параметров короткофокусного шарика для ввода излучения в оптоволокно	решение задач	3	5
Всего			17	

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)	№ раздела дисциплины
Семестр 2			
1	Исследование поля каустики в зависимости от геометрических параметров резонатора	3	1
2	Подбор параметров и материалов многослойного покрытия для получения требуемой прозрачности в ближнем ИК – диапазоне спектра	4	2
3	Исследование зависимости расходимости угловых пучков от геометрических параметров резонатора	3	1
4	Исследование результата интерференции оптического излучения на выходе кристалла от его толщины	4	1
5	Энергетический расчет и оценка степени нагрева диэлектрических и металлических зеркал резонатора	3	2
Всего		17	

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 2, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	44	44
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)	10	10
Выполнение реферата (Р)	10	10
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	5	5
Всего:	74	74

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/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
https://e.lanbook.com/book/367028	Елистратова, И. Б. Оптические распределенные системы в телекоммуникациях / И. Б. Елистратова, Л. В. Первушина, Л. В. Семендилова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 132 с. — ISBN 978-5-507-47394-6.	
https://e.lanbook.com/book/464750	Гладышев, И. В. Оптические свойства наноструктур : учебное пособие / И. В. Гладышев, А. Н. Юрасов, М. М. Яшин. — Москва : РТУ МИРЭА, 2024. — 112 с. — ISBN 978-5-7339-2413-7.	

https://e.lanbook.com/book/110272	Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем передачи : учебное пособие / Е. А. Довольнов, В. В. Кузнецов, В. Г. Миргород, С. Н. Шарангович. — Москва : ТУСУР, 2016. — 156 с. — ISBN 5-56889-319-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:	
https://e.lanbook.com/book/40804	Сидоров, А. И. Материалы и технологии волоконной оптики: оптическое волокно для систем передачи информации / А. И. Сидоров, Н. В. Никоноров. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2009. — 95 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	
621.373(ЛИАП) О60	Опарин, В. В. Квантовые приборы СВЧ и оптического диапазонов : учебное пособие / В. В. Опарин, Д. В. Тигин ; Ленингр. ин-т авиац. приборостроения. - Л. : Изд-во ЛИАП, 1986. - 77 с	15

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
	Не предусмотрено

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 таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная лекционная аудитория	

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; 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	
«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.

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«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
1	Открытые резонаторы. Открытый резонатор, его добротность. Условия самовозбуждения. Условия резонанса.	ПК-2.У.1
2	Частота генерации. Максимальная выходная мощность. Дифракционные потери	ПК-2.У.1
3	Моды. Время жизни пассивного резонатора.	ПК-2.У.1
4	Устойчивые резонаторы. Условие устойчивости.	ПК-2.У.1
5	Типы устойчивых резонаторов. Конфокальный резонатор. Распределение поля.	ПК-2.У.1
6	Гауссовы пучки. Размер пятна. Расходимость излучения. Радиус кривизны волнового фронта.	ПК-2.У.1
7	Преобразование гауссовых пучков линзой. Согласование мод резонаторов. Фокусирование гауссовых пучков	ПК-3.У.1
8	Коэффициент усиления, потери на излучение.	ПК-3.У.1
9	Неустойчивые резонаторы. Эквивалентное число Френеля.	ПК-3.У.1
10	Интерференция света в пленках. Условия просветления.	ПК-3.У.1
11	Материалы и техника изготовления интерференционных покрытий.	ПК-4.У.1
12	Модель для расчета многослойных покрытий	ПК-3.У.3
13	Рекуррентный метод	ПК-3.У.3
14	Матричный метод	ПК-3.У.3
15	Метод эквивалентных слоев	ПК-3.У.3

16	Оптические волноводные моды	ПК-2.У.1
17	Поперечные элементы связи. Прямое фокусирование	ПК-4.У.1
18	Ввод излучения в волокно от газовых, жидкостных и твердотельных лазеров. Измерение потерь ввода	ПК-4.У.1
19	Ввод излучения в волокно от полупроводниковых светодиодов и лазерных диодов	ПК-4.У.1
20	Соединение и потери при соединении оптических волокон	ПК-4.У.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
1	Прочитайте текст, выберите один правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа: При какой длине волны при одинаковой апертуре оптической антенны луч будет уже? а) дальнего ИК диапазона б) ближнего ИК диапазона в) видимого диапазона г) УФ диапазона	ПК-2.У1
2	Прочитайте текст, выберите несколько правильных ответов и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов: Какие преимущества использования ВОЛС связаны с применением оптоволокну 1) Не подвержен никаким внешним помехам и не проводит электричество 2) Имеет малое удельное затухание при распространении волн 3) Может быть соединен сразу с электронно-оптическим преобразователем 4) Не допускает перехвата информации путем физического несанкционированного доступа к линии связи	ПК-2. У1.
3	Выбрать правильно соответствие между вопросами и ответами Для объединения оптических каналов в один используют	ПК-4.У1
	Оптический демультиплексор	

	Для модуляции оптического излучения используют следующее базовое устройство	Оптический мультиплексор	
	Для проверки качества оптической линии связи	Волоконно-оптический модулятор Маха - Цендера	
	Для разветвления передаваемой информации на несколько физических линий связи используют	Оптический анализатор	
4	Опишите правильную последовательность прохождения оптического излучения в передающем канале оптической линии связи 1) Кодер 2) Модулятор 3) Мультиплексор 4) Устройство ввода излучения в волокно		ПК-4.У1
5	Изобразите конфокальный сферический резонатор. Какие еще элементы должны присутствовать на схеме с резонатором, чтобы достичь лазерной генерации и сформировать оптическое поляризованное линейно излучение.		ПК-3.У3
6	Прочитайте текст, выберите один правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа: Для просветления границы раздела сред элементом минимальной толщины будет 1) Интерференционное трехслойное покрытие 2) Четвертьволновая пластинка 3) Резонатор Фабри-Перо 4) Бипризма Френеля		ПК-2.У1
7	Прочитайте текст, выберите несколько правильных ответов и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов: Использование открытого атмосферного канала линии связи предпочтительно в случае 1) Решения проблемы последней мили 2) Организации связи с мобильными объектами 3) Возможности получения более высокой скорости передачи информации по сравнению с ВОЛС 4) Отсутствием требований по юстировке приемных и передающих оптических элементов		ПК-2.У1
8	Выбрать правильно соответствие между вопросами и ответами		ПК-4.У1
	Что используют для снятия оптического спектра отражения	Люминофор	
	Чем покрыт выходной слой электронно-оптического преобразователя	Спектрофотометр	
	Как называется завершающий нижний слой интерференционного зеркала	Положка	
	Что позволяет получить определенным образом ориентированный вектор напряженности электрического поля	Поляризатор	

9	Опишите правильную последовательность синтеза интерференционного оптического покрытия матричным методом 1) Выбрать формулу для чередования слоев покрытия 2) Задать требования к коэффициентам отражения и пропускания 3) Найти показатели преломления слоев и их число 4) Определить оптические материалы для изготовления покрытия 5) Проверить устойчивость к ошибкам в слоях покрытия	ПК-3.У3
10	Опишите основные параметры интерференционного фильтра, которых добиваются посредством его синтеза	ПК-3.У1
11	Прочитайте текст, выберите один правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа: Какая мода зависит от длины оптического резонатора и от длины волны в нем 1) поперечная 2) продольная 3) вектора числовых данных 4) волны накачки	ПК-2.У1
12	Прочитайте текст, выберите несколько правильных ответов и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов: Для пространственно-частотной фильтрации от оптических помех для внешней оптики реализуют 1) Кодер 2) Интерференционное тонкослойное покрытие 3) Защитную бленду 4) Рефлектор	ПК-2.У.1
13	Выбрать правильно соответствие между вопросами и ответами	ПК-4.У.1
	Чем характеризуется многомодовое волокно	
	Чем характеризуется градиентное волокно	
	Чем характеризуется брэгговское волокно	
	Чем характеризуется атмосферный канал линии связи	
14	Опишите правильную последовательность прохождения оптического излучения в приемном канале оптической линии связи 1) Декодер 2) Демодулятор 3) Демультимплексор 4) Устройство вывода излучения из волокна	ПК-3.У.3
15	Описать назначение интерферометра Маха-Цендера в линии связи	ПК-3.У.1

ПРИМЕЧАНИЕ: в таблице предусмотрена следующая система оценивания тестовых заданий:

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

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).

Учебным планом лекционного материала не предусмотрено

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

Практические занятия по дисциплине состоят из трех структурных единиц:

- вводная часть,
- основная часть,
- заключительная часть.

Вводная часть обеспечивает подготовку студентов к выполнению заданий работы.

В ее состав входят:

- формулировка темы, цели и задач занятия, обоснование его значимости в профессиональной подготовке студентов;
 - рассмотрение связей данной темы с другими темами курса;
 - изложение теоретических основ работы;
 - характеристика состава и особенностей заданий работы и объяснение подходов(методов, способов, приемов) к их выполнению;
 - характеристика требований к результату работы;
 - вводный инструктаж по технике безопасности при эксплуатации технических средств;
 - проверка готовности студентов к выполнению заданий работы;
 - пробное выполнение заданий под руководством преподавателя.
- Основная часть предполагает самостоятельное выполнение заданий студентами.

Может сопровождаться:

- дополнительными разъяснениями по ходу работы;
 - текущим контролем и оценкой результатов работы;
 - ответами на вопросы студентов.
- Заключительная часть содержит:
- подведение общих итогов (позитивных, негативных) занятия;
 - оценку результатов работы отдельных студентов;
 - ответы на вопросы студентов;
 - выдачу рекомендаций по улучшению показателей работы и устранению пробелов в системе знаний и умений студентов;
 - сбор отчетов студентов по выполненной работе для проверки преподавателем;
 - изложение сведений о подготовке к выполнению следующей работы, в частности, о подлежащей изучению учебной литературе.

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

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задание к выполнению лабораторной работы выдается каждому обучающемуся индивидуально. Перед выполнением лабораторной работы проводится коллоквиум с проверкой базовых теоретических знаний по теме лабораторной работы и по ходу ее выполнения. Лабораторная работа выполняется студентом самостоятельно. При сдаче лабораторной работы оценивается уровень освоения обучающимся темы лабораторной работы и корректность ответов на дополнительные вопросы.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе выполняется в письменном виде. Титульный лист соответствует требованиям к оформлению, представленным на сайте ГУАП по электронному адресу: <https://guap.ru/standart/doc>.

Отчет содержит следующие обязательные разделы: Цель работы, задачи работы, исходные данные, полученные результаты, выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Оформление отчета о лабораторной работе должно соответствовать ГОСТ 2.105-95

«Общие требования к текстовым документам». Все расчеты производятся в системе СИ с представлением в отчете промежуточных результатов. Выводы по лабораторной работе должны соответствовать цели и задачам лабораторной работы.

11.5. 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).

11.6. 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.

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 одного раза в семестр.

При проведении промежуточной аттестации будут учитываться:

- посещаемость занятия студентами;
- подготовленность студентов к занятию;
- наличие в необходимом количестве защищенных отсчетов по лабораторным и практическим работам;
- наличие реферата, выполненного в ходе самостоятельной работы.

11.7. 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 экзамену или дифф. зачету предоставляется обучающимся при условии:

- наличия в необходимом количестве защищенных отсчетов по лабораторным и практическим работам;
- наличия реферата, выполненного в ходе самостоятельной работы. Оценка по экзамену выставляется на основании
- текущего количества баллов, набранных обучающимися в течение семестра;
- 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