

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., доц.

(должность, уч. степень, звание)

В.И. Казаков

(инициалы, фамилия)

(подпись)

« 20 » февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Оптика лазеров»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.04.05
Наименование направления подготовки/ специальности	Лазерная техника и лазерные технологии
Наименование направленности/ специализации	Лазерные приборы и системы
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доцент, к.т.н., доцент

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.А. Гладкий

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 21

«18» февраля 2026 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 «Оптика лазеров» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 12.04.05 «Лазерная техника и лазерные технологии» направленности «Лазерные приборы и системы». Дисциплина реализуется кафедрой «№21».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «Способен к теоретическим и экспериментальным исследованиям лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем»

ПК-3 «Способен к проектированию и конструированию систем, приборов и узлов, а также к разработке технических заданий и документации на их проектирование и изготовление, предназначенных для лазерной техники и технологий, лазерных оптико-электронных приборов и систем»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с описанием взаимодействия света с веществом и учётом квантовой природы объектов, а также описания распространения света в специфических условиях.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, коллоквиумы, самостоятельная работа студента, консультации.

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

Цель дисциплины заключается в расширении и углублении знаний, связанных с описанием взаимодействия света с веществом и учётом квантовой природы объектов, а также описания распространения света в специфических условиях, источниках когерентного излучения – лазерах, оптических методах и средствах, основанных на применении лазеров.

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 Способен к теоретическим и экспериментальным исследованиям лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем	ПК-2.3.1 знать особенности генерации излучения лазерами; характеристики и свойства оптического излучения; типы и характеристики лазерных и оптико-электронных приборов; элементную базу лазерной, техники; методы оптических измерений
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен к проектированию и конструированию систем, приборов и узлов, а также к разработке технических заданий и документации на их проектирование и изготовление, предназначенных для лазерной техники и технологий, лазерных оптико-электронных приборов и систем	ПК-3.3.2 знать технические требования, параметры и принципы построения лазерных приборов и систем; элементную базу лазерной техники ПК-3.У.1 уметь определять физические принципы действия и устанавливать технические требования на отдельные блоки и элементы разрабатываемых приборов и систем лазерной техники

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее полученных при обучении по программе бакалавриата, и помогает их углубить, а также является основой дальнейшего освоения профессиональных дисциплин.

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

- «Лазерные технологии в обработке металлов»,
- «Методы управления лазерным излучением».

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
		№1
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)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
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 1					
Раздел 1. Индуцированные и спонтанные переходы Тема 1. Коэффициенты Эйнштейна. Когерентность индуцированного излучения Тема 2. Естественное время жизни, ширина спектра спонтанного излучения Тема 3. Лоренцовская форма линии Тема 4. Вероятность индуцированных переходов. Однородное и неоднородное уширения Тема 5. Гауссова форма линии при доплеровском уширении. Поглощение и усиление Тема 6. Активная среда. Сечение поглощения Тема 7. Эффект насыщения. Импульсный режим, энергия насыщения	4	4	4		9
Раздел 2. Теория резонаторов лазеров Тема 1. Открытые резонаторы. Добротность Тема 2. Регенерация резонатора при усилении. Проходной резонаторный усилитель	3	4	3		9

Тема 3. Отражательный усилитель Тема 4. Условия самовозбуждения. Условия резонанса Тема 5. Частота генерации. Максимальная выходная мощность Тема 6. Число Френеля. Моды. Время жизни пассивного резонатора Тема 7. Дифракционные потери. Интегральное уравнение открытого резонатора Тема 8. Гауссовы пучки. Конфокальный резонатор. Распределение поля. Размер пятна. Расходимость. Радиус кривизны волнового фронта Тема 9. Преобразование гауссовых пучков линзой. Согласование мод Тема 10. Фокусирование гауссовых пучков. Продольный и поперечный размеры фокальной области Тема 11. Устойчивость резонаторов. Устойчивость линзовых световодов Тема 12. Световод с одинаковыми линзами. Световод с чередующимися линзами Тема 13. Условие устойчивости. Эквивалентность линзового световода и открытого резонатора Тема 14. Селекция поперечных мод диафрагмой Тема 15. Неустойчивые резонаторы. Коэффициент увеличения, потери Тема 16. Симметричный резонатор Тема 17. Телескопический резонатор. Эквивалентное число Френеля Тема 18. Селекция продольных мод. Частотная и пространственная селекция Тема 19. Дисперсионные резонаторы. Распределённая обратная связь Тема 20. Синхронизация мод. Генерация в нескольких продольных модах Тема 21. Затыгивание мод Тема 22. Синхронизация мод Тема 23. Активная и пассивная синхронизация Тема 24. Модуляция добротности. Провал Лэмба					
Раздел 3. Типы лазеров и их свойства Тема 1. Газовые лазеры Тема 2. Гелий-неоновый лазер: методы возбуждения, схема уровней, параметры Тема 3. Ионные лазеры Тема 4. Лазеры на парах металлов Тема 5. Аргонный лазер Тема 6. Гелий-кадмиевый лазер Тема 7. Параметры лазеров Тема 8. CO₂-лазеры Тема 9. Молекулярные лазеры Тема 10. Требования к рабочему веществу мощных газовых лазеров Тема 11. Колебательные спектры молекул Тема 12. Механизм инверсии Тема 13. Лазеры с продольной накачкой Тема 14. Отпаянные лазеры Тема 15. Спектральные свойства CO₂-лазеров Тема 16. Перестройка частоты. Импульсный разряд Тема 17. Газодинамические лазеры Тема 18. СО-лазеры. Электронные переходы в молекулах	4	3	3		16

Тема 19. Принцип Франка–Кондона. Азотный лазер Тема 20. Водородный лазер Тема 21. Экимерные лазеры Тема 22. Твердотельные лазеры Тема 23. Рубиновый лазер. Уровни энергии иона неодима Тема 24. Неодимовый лазер. Лазерное стекло Тема 25. Оптическая однородность. Лучевая стойкость					
Раздел 4. Тенденции развития лазерной техники Тема 1. Методы нелинейной оптики. Генерация гармоник, разностных частот, ВКР-лазеры Тема 2. Лазерные системы для ИК, видимого, УФ, рентгеновского диапазонов. Гамма-лазеры	3	2	4		14
Раздел 5. Оптические элементы для лазерной техники Тема 1. Просветляющие, отражающие, отрезающие многослойные интерференционные покрытия. Методы разработки и изготовления	3	4	3		9
Итого в семестре:	17	17	17		57
Итого	17	17	17	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
Раздел 1	Основы физики лазеров. Индуцированные и спонтанные переходы.
Тема 1.1	Коэффициенты Эйнштейна. Когерентность индуцированного излучения.
Тема 1.2	Естественное время жизни, ширина спектра спонтанного излучения.
Тема 1.3	Лоренцовская форма линии.
Тема 1.4	Вероятность индуцированных переходов. Однородное и неоднородное уширения.
Тема 1.5	Гауссова форма линии при доплеровском уширении. Поглощение и усиление.
Тема 1.6	Активная среда. Сечение поглощения.
Тема 1.7	Эффект насыщения. Импульсный режим, энергия насыщения.
Раздел 2	Теория резонаторов лазеров.
Тема 2.1	Открытые резонаторы. Открытый резонатор, его добротность.
Тема 2.2	Регенерация резонатора при усилении. Пролодной резонаторный усилитель.
Тема 2.3	Отражательный усилитель.
Тема 2.4	Условия самовозбуждения. Условия резонанса.
Тема 2.5	Частота генерации. Максимальная выходная мощность.
Тема 2.6	Число Френеля. Моды. Время жизни пассивного резонатора.
Тема 2.7	Дифракционные потери. Интегральное уравнение открытого резонатора.
Тема 2.8	Гауссовы пучки. Конфокальный резонатор. Распределение поля. Размер пятна. Расходимость излучения. Радиус кривизны волнового фронта.
Тема 2.9	Преобразование гауссовых пучков линзой. Согласование мод резонаторов.
Тема 2.10	Фокусирование гауссовых пучков. Продольный и поперечный размеры фокальной области.
Тема 2.11	Устойчивость резонаторов. Устойчивость линзовых световодов.
Тема 2.12	Световод с одинаковыми линзами. Световод с чередующимися линзами двух различных фокусных расстояний.
Тема 2.13	Условие устойчивости. Эквивалентность линзового световода и открытого резонатора. Типы устойчивых резонаторов.
Тема 2.14	Селекция поперечных мод диафрагмой.
Тема 2.15	Неустойчивые резонаторы. Коэффициент увеличения, потери на излучение.
Тема 2.16	Симметричный резонатор.
Тема 2.17	Телескопический резонатор. Эквивалентное число Френеля.
Тема 2.18	Селекция продольных мод. Частотная и пространственная селекция тонкими поглотителями.
Тема 2.19	Дисперсионные резонаторы. Распределенная обратная связь.
Тема 2.20	Синхронизация мод. Генерация излучения в нескольких продольных

	модах.
Тема 2.21	Затягивание мод.
Тема 2.22	Синхронизация мод.
Тема 2.23	Активная и пассивная синхронизация.
Тема 2.24	Модуляция добротности. Провал Лэмба.
Раздел 3	Типы лазеров и их свойства.
Тема 3.1	Газовые лазеры.
Тема 3.2	Гелий-неоновый лазер. Основные методы возбуждения. Электрический разряд, газодинамика, химическое возбуждение, фотодиссоциация, оптическая накачка. Схема уровней. Параметры гелий-неонового лазера.
Тема 3.3	Ионные лазеры.
Тема 3.4	Лазеры на парах металлов.
Тема 3.5	Аргоновый лазер.
Тема 3.6	Гелий–кадмиевый лазер. Схемы уровней.
Тема 3.7	Параметры лазеров.
Тема 3.8	СО ₂ –лазеры.
Тема 3.9	Молекулярные лазеры.
Тема 3.10	Требования к рабочему веществу мощных газовых лазеров с высоким КПД.
Тема 3.11	Колебательные спектры молекул. Нормальные колебания многоатомных молекул.
Тема 3.12	Механизм инверсии.
Тема 3.13	Лазеры с продольной накачкой.
Тема 3.14	Отпаянные лазеры.
Тема 3.15	Спектральные свойства СО ₂ –лазеров.
Тема 3.16	Перестройка частоты излучения. Импульсный разряд.
Тема 3.17	Газодинамические лазеры.
Тема 3.18	СО-лазеры, газовые лазеры на электронных переходах в молекулах. Особенности спектра генерации СО-лазера. Электронные переходы в молекулах.
Тема 3.19	Принцип Франка-Кондона. Азотный лазер.
Тема 3.20	Водородный лазер.
Тема 3.21	Экимерные лазеры.
Тема 3.22	Твердотельные лазеры. Внутрикристаллическое поле.
Тема 3.23	Рубиновый лазер. Уровни энергии иона неодима.
Тема 3.24	Неодимовый лазер. Лазерное стекло.
Тема 3.25	Оптическая однородность, лучевая стойкость.
Раздел 4	Тенденции развития лазерной техники.
Тема 4.1	Методы нелинейной оптики, генерация гармоник, разностных частот, ВКР-лазеры.
Тема 4.2	Лазерные системы для ИК-, видимого, далекого УФ, рентгеновского диапазонов спектра. Гамма-лазеры.
Раздел 5	Оптические элементы для лазерной техники в УФ-, видимой и ИК-областях спектра.
Тема 5.1	Просветляющие, отражающие, отрезающие многослойные интерференционные покрытия для оптических элементов лазерных систем в различных областях спектра. Методы разработки и техника изготовления.

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 1					
1	Типы лазеров и их свойства	Решение задач	2	2	1
2	Открытые резонаторы	Проведение расчетов	2	2	2
3	Газовые лазеры	Проведение расчетов	2	2	3
4	Ионные лазеры	Проведение расчетов	2	2	3
5	СО ₂ -лазеры	Проведение расчетов	2	2	3
6	Молекулярные лазеры	Проведение расчетов	2	2	3
7	Эксимерные лазеры	Проведение расчетов	2	2	3
8	Твердотельные лазеры	Проведение расчетов	3	3	3
Всего			17	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)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 1				
1	Излучение основных свойств лазерного излучения	2	2	1
2	Макет доплеровского измерителя	1	1	1
3	Изучение газовых лазеров	2	2	3
4	Изучение твердотельных лазеров	2	2	3
5	Изучение полупроводниковых лазеров	4	4	3
6	Лазерный интерференционный угломер	3	3	5
7	Фотоэлектрический поляриметр	2	2	5
8	Коллимирующая оптическая система	1	1	5
Всего		17	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 1, час
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	41	41
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	6	6
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
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/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
535 Б82	М.Борн, Э.Вольф. Оптика. М. ФМЛ. 1970. 856 с.	5
621.373 К 23	Н.В.Карлов. Лекции по квантовой электронике. М. «Наука». 1987. 320 с.	1
535 Г93	Гудмен, Дж. Введение в Фурье-оптику. – М.: Мир, 1970. – 364 с.	1

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://arch.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/4/browse?type=journal	Архив научных журналов издательства Oxford University Press.
https://elib.pnzgu.ru/publisher/998	Электронные книги изд-ва Trans Tech.
https://arch.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/9?ysclid=mmfcw9nopd119051302	Архив журналов издательства SAGE Publications

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 таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	14-076
2	Специализированная лаборатория	11-016

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; Перечень вопросов для теста по проверке остаточных знаний; 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	Уровни сформированности компетенций
--------------------	-------------------------------------

5-бальная шкала	
Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-бальная шкала	
«отлично» «зачтено»	– 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»	– 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»	– 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»	– 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	Основы физики лазеров. Индуцированные и спонтанные переходы. Коэффициенты Эйнштейна.	ПК-2.3.1
2	Однородное и неоднородное уширения. Гауссова форма линии при доплеровском уширении.	ПК-2.3.1
3	Активная среда. Эффект насыщения. Импульсный режим, энергия насыщения.	ПК-2.3.1
4	Теория резонаторов лазеров.	ПК-2.3.1
5	Открытые резонаторы. Открытый резонатор, его добротность.	ПК-2.3.1

6	Регенерация резонатора при усилении. Проходной резонаторный усилитель.	ПК-2.3.1
7	Отражательный усилитель. Условия самовозбуждения.	ПК-3.3.2
№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
8	Гауссовы пучки. Конфокальный резонатор.	ПК-3.3.2
9	Устойчивость резонаторов. Условие устойчивости. Типы устойчивых резонаторов.	ПК-3.3.2
10	Неустойчивые резонаторы. Телескопический резонатор.	ПК-3.3.2
11	Синхронизация мод. Генерация излучения в нескольких продольных модах. Активная и пассивная синхронизация. Модуляция добротности.	ПК-3.3.2
12	Типы лазеров и их свойства.	ПК-3.3.2
13	Газовые лазеры. Гелий-неоновый лазер. Основные методы возбуждения. Схема уровней. Параметры разряда, параметры гелий-неонового лазера.	ПК-3.3.2
14	Ионные лазеры. Лазеры на парах металлов. Аргоновый лазер.	ПК-3.У.1
15	Гелий-кадмиевый лазер. Схемы уровней. Параметры лазеров	ПК-3.У.1
16	СО ₂ –лазеры. Молекулярные лазеры.	ПК-3.У.1
17	Азотный лазер. Водородный лазер. Эксимерные лазеры.	ПК-3.У.1
18	Твердотельные лазеры. Рубиновый лазер.	ПК-3.У.1
19	Неодимовый лазер. Лазерное стекло.	ПК-3.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	Что представляет собой спектр лазерного излучения?	ПК-2.3.1
2	Чем определяется длина волны лазерного излучения?	ПК-2.3.1
3	За счет чего инверсная среда усиливает проходящее через нее излучение?	ПК-2.3.1

4	На каких длинах волн излучает гелий-неоновый лазер, неодимовый лазер, рубиновый лазер, полупроводниковые лазеры, лазер на углекислом газе?	ПК-2.3.1
5	Как уменьшить потери энергии на торцах активного элемента	ПК-2.3.1
№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	твердотельного лазера?	
6	Какова конструкция газоразрядного лазера с «внутренними» и «внешними» зеркалами резонатора?	ПК-2.3.1
7	Как устроен активный элемент полупроводникового лазера?	ПК-3.3.2
8	Что может являться основанием (держателем) резонатора газоразрядного лазера?	ПК-3.3.2
9	За счет чего инверсная среда усиливает проходящее через нее излучение?	ПК-3.3.2
10	Что используется в качестве активатора в рубиновом лазере?	ПК-3.3.2
11	Что такое оптические переходы в возбужденной среде?	ПК-3.3.2
12	Что такое обобщенные параметры резонатора?	ПК-3.3.2
13	Что такое и как работают окна Брюстера?	ПК-3.3.2
14	Как устроен резонатор инжекционного лазера?	ПК-3.3.2
15	Перечислите способы, с помощью которых можно менять длину волн излучения лазера.	ПК-3.3.2
16	Как продемонстрировать свойство когерентности излучения?	ПК-3.3.2
17	Как продемонстрировать свойство монохроматичности излучения?	ПК-3.У.1
18	Что такое осветитель твердотельного лазера?	ПК-3.У.1
19	Как устроены зеркала резонаторов лазеров?	ПК-3.У.1
20	Чем объясняется расходимость пучка инжекционного лазера?	ПК-3.У.1
21	В чем состоит особенность устройства активного элемента аргонового лазера по сравнению с гелий-неоновым?	ПК-3.У.1
22	В чем состоят достоинства и недостатки устройства активного элемента твердотельного лазера в виде цилиндра и пластинки?	ПК-3.У.1
23	В чем заключается физический смысл эквивалентного конфокального резонатора?	ПК-3.У.

Вопросы для проведения тестирования при проверке остаточных знаний представлены в таблице 18.1.

Таблица 18.1 – Примерный перечень вопросов для тестов при проверке остаточных знаний

Тип задания	Инструкция по выполнению	Тестовые вопросы	Код комп-и
1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа	Полупроводниковый диод, предназначенный для преобразования электрического тока в энергию спонтанного оптического излучения, называется: ☐ лазерным диодом ☐ лавинным диодом ☒ светоизлучающим диодом ☐ диодом Шоттки	ПК-2
		Случайные деформации геометрии оптического волокна, не	ПК-3

		превышающие диаметр его сердцевины называются: ☐ макроизгибами	
Тип задания	Инструкция по выполнению	Тестовые вопросы	Код комп-и
		☒ микроизгибами ☐ сростками ☐ спайками	
2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов	К передаточным функциональным характеристикам оптических волокон относятся: ☒ коэффициенты затухания, ☐ числовая апертура, ☒ степень двулучепреломления, ☐ профиль показателя преломления, ☐ критическая длина волны, ☒ ширина полосы пропускания.	ПК-2
		К эксплуатационным функциональным характеристикам оптических волокон относятся: ☒ вес волокна, ☐ некруглость и неконцентричность сердцевины, оболочек, покрытий, ☒ параметры стойкости к механическим нагрузкам, ударным воздействиям, ☐ длина волокна, ☐ геометрические радиусы и диаметры, ☒ параметры стойкости в условиях воздействия температуры, статического электричества, влаги, радиации и агрессивных сред.	ПК-3
3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия	Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце	Определить класс нелинейных эффектов оптического волокна	ПК-2
		Фазовая самомодуляция Четырехволновое смешение Рамановское рассеяние	
		Нелинейное преломление Параметрические эффекты Вынужденное неупругое рассеяние	
		К какому типу относится усилитель оптических сигналов:	ПК-3
		Подпороговый Эрбиевый	
		Полупроводниковые На оптическом волокне с примесью лантаноидов	

		Бриллюэновский	На нелинейных эффектах оптического волокна	
Тип задания	Инструкция по выполнению	Тестовые вопросы		Код комп-и
4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности	Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо	Расставьте состояния лазерных источников оптического излучения по мере повышения тока их накачки а) Спонтанное излучение б) Вынужденное излучение в) Нагрев и разрушение кристалла источника излучения		ПК-2
		Расставьте типовые источники по мере уменьшения ширины спектральной линии излучения: а) Светоизлучающий диод б) Суперлюминесцентный диод в) Многомодовый лазер г) Одномодовый лазер		ПК-3
5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ	Дайте назначение основных типов пассивных оптических компонентов:		ПК-2
		<i>Оптический аттенюатор</i> – пассивный оптический компонент, предназначенный для снижения интенсивности (мощности) оптического сигнала; <i>Оптический изолятор</i> – однонаправленное (невзаимное) оптическое устройство, в котором потери оптического излучения пренебрежительно малы при распространении сигнала в одну сторону и велики при передаче света в противоположную; <i>Оптический циркулятор</i> – пассивное трех- или четырехпортовое оптическое устройство, которое благодаря своим невзаимным свойствам может распределять поступающий оптический сигнал в различные порты в зависимости от направления распространения излучения.		ПК-3

Тип задания	Инструкция по выполнению	Тестовые вопросы	Код комп-и
		<i>Собственное поглощение</i> – снижение мощности из-за потерь энергии на диэлектрическую поляризацию диэлектрика сердцевины, инфракрасное и ультрафиолетовое поглощение света и затухание из-за поглощения на примесях вещества световода; <i>Дисперсия</i> – увеличение длительности импульса из-за многомодовости распространения оптического сигнала или спектральной зависимости скорости распространения света по световоду; <i>Рассеяние</i> – снижение мощности из-за отклонения направления распространения излучения на неоднородностях оптической плотности вещества световода; <i>Дополнительное затухание</i> – снижение мощности из-за потерь энергии на микро- и макроизгибах световода, полученных в ходе изготовления и применения оптического кабеля.	

Примечание к таблице 18.1.

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

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

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;
- получение навыков 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 представления лекционного материала:

- изложение материала с использованием доски;
- изложение материала с использованием проектора, демонстрация слайдов;
- пояснение конструкции электронных приборов и блоков с использованием стендов.

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

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

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

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

В соответствии с учебным планом дисциплина предполагает проведение лабораторных работ. Наименование лабораторных работ и соответствующее им количество учебных часов приведены выше в таблице 6.

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:

- 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

Для выполнения лабораторных работ, обучающиеся на добровольной основе формируют из состава группы несколько «бригад» по 2 – 3 человека в каждой. Каждой из

«бригад» преподавателем назначается лабораторная работа. Каждой лабораторной работе предшествует коллоквиум, который проходит следующим образом. Каждому студенту в

«бригаде» преподаватель персонально задаёт 1 – 2 вопроса, касающиеся либо порядка выполнения лабораторной работы, либо физической сути исследуемого в ней явления. Студент считается допущенным к выполнению лабораторной работы только после успешной сдачи коллоквиума.

Экспериментальные данные, полученные в ходе выполнения лабораторной работы и представленные в табличной форме, заносятся в протокол. Допускается наличие одного протокола на «бригаду».

Защита лабораторных работ предполагает наличие отчёта у каждого из обучающихся. Отчёт должен быть выполнен по всем правилам, предусмотренным методическими указаниями к лабораторной работе и нормативной документацией ВУЗа.

После ознакомления с содержанием отчёта и представленными в нём результатами исследования, преподаватель задаёт каждому из обучающихся несколько вопросов, касающихся либо теоретического материала, изложенного в методических указаниях, либо анализа полученных экспериментальных данных. Только после успешных ответов обучающегося на вопросы преподавателя и усвоения им теоретического материала, ставится оценка.

Таким образом, при проведении лабораторных занятий преподаватель осуществляет контроль успеваемости посредством следующих средств:

- оцениваются ответы студентов при сдаче коллоквиума;
- оценивается успешное выполнение программы исследований, изложенной в методических указаниях и грамотное оформление протокола;
- оценивается грамотное оформление отчёта по лабораторной работе в соответствии с требованиями методических указаний, а также наличие в отчёте выводов о результатах проведённых исследований;
- оцениваются ответы студентов в ходе защиты лабораторной работы.

Все оценки, в том числе итоговая, выставляются по 5-бальной шкале.

Для каждой из указанных в таблице 6 лабораторных работ в библиотеке ГУАП и в лаборатории в ауд. 11-01б имеются методические указания.

В методических указаниях к выполнению лабораторных работ обозначены цели каждой работы, приводится перечень лабораторного оборудования и схема лабораторной установки. В сжатой форме даны основные терминологические понятия, относящиеся к исследованию, разъяснена суть исследуемых физических явлений, приведены расчётные формулы. Там же представлены таблицы экспериментальных данных, полученных

обучающимися в ходе выполнения лабораторной работы. Кроме того, методические указания содержат как план исследования, так и методику обработки экспериментальных данных, способы их представления (посредством таблиц и графиков), а также примерные контрольные вопросы.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Приводятся в методических указаниях к выполнению лабораторных работ, а также в разделе нормативной документации сайта ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Приводятся в методических указаниях к выполнению лабораторных работ, а также в разделе нормативной документации сайта ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

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

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.

Система оценок по прохождению текущего контроля успеваемости осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

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».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Таким образом, итоговая оценка знаний обучающегося по дисциплине, складывается из оценок, полученных

- за посещаемость лекционных и лабораторных занятий;
- в ходе выполнения всех предусмотренных настоящей рабочей программой лабораторных работ и их успешную защиту;
- в ходе выполнения самостоятельной работы;
- при промежуточном тестировании (проводится в середине семестра по материалам лекционного курса, перечень вопросов приведен в таблице 18 настоящей рабочей программы);
- при итоговом тестировании (проводится после ознакомления с лекционным курсом на зачётной неделе, перечень вопросов приведен в таблице 18 настоящей рабочей программы);
- на экзамене.

Оценки выставляются по 5-бальной шкале (см. табл. 14). Итоговая оценка, формирующаяся на основе указанных средств контроля за успеваемостью, выставляется также по 5-бальной шкале.

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
12.03.2026  Голованчиков В.А.	Отредактирован раздел 2 в соответствии с планом учебного процесса	Протокол №6 от 17.03.2026	
12.03.2026  Голованчиков В.А.	В таблицу 3 добавлены наименования разделов и тем	Протокол №6 от 17.03.2026	
12.03.2026  Голованчиков В.А.	В таблицу 4 добавлены названия разделов	Протокол №6 от 17.03.2026	
12.03.2026  Голованчиков В.А.	В таблице 8 актуализированы URL для электронных ресурсов	Протокол №6 от 17.03.2026	
12.03.2026  Голованчиков В.А.	В таблицу 13 добавлены тестовые вопросы по проверке остаточных знаний	Протокол №6 от 17.03.2026	