

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

Кафедра № 21

УТВЕРЖДАЮ  
 Руководитель направления  
 \_\_\_\_\_  
 доц., к.т.н.  
 (должность, уч. степень, звание)  
 В.И. Казаков  
 \_\_\_\_\_  
 (инициалы, фамилия)  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)  
 « 20 » 06 2022 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	Лазерные приборы и системы
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а) \_\_\_\_\_  
 (должность, уч. степень, звание) \_\_\_\_\_  
 (подпись, дата) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 21  
 « 20 » 06 2022 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 21  
 \_\_\_\_\_  
 д.т.н., проф.  
 (уч. степень, звание) \_\_\_\_\_  
 (подпись, дата) \_\_\_\_\_  
 А.Ф. Крячко  
 (инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 12.04.05(01)  
 \_\_\_\_\_  
 доц., к.т.н.  
 (должность, уч. степень, звание) \_\_\_\_\_  
 (подпись, дата) \_\_\_\_\_  
 В.И. Казаков  
 (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе  
 \_\_\_\_\_  
 доц., к.т.н., доц.  
 (должность, уч. степень, звание) \_\_\_\_\_  
 (подпись, дата) \_\_\_\_\_  
 О.Л. Балышева  
 (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, семинары, 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 опто-электронных приборов и систем	ПК-2.3.1 знать особенности генерации излучения лазерами; характеристики и свойства оптического излучения; типы и характеристики лазерных и опто-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 опто-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 приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении естественно-научных дисциплин программ бакалавриата

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

- Оптическая обработка информации, Производственная проектно-конструкторская практика

### 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	34	34
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	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
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	57	57
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> 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. Основы физики лазеров.	4	4	4		9
Раздел 2. Теория резонаторов лазеров	3	4	3		9
Раздел 3. Типы лазеров и их свойства	4	3	3		16
Раздел 4. Тенденции развития лазерной техники	3	2	4		14
Раздел 5. Оптические элементы для лазерной техники	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
1	Основы физики лазеров. Индуцированные и спонтанные переходы.
1.1	Коэффициенты Эйнштейна. Когерентность индуцированного излучения.
1.2	Естественное время жизни, ширина спектра спонтанного излучения.
1.3	Лоренцовская форма линии.
1.4	Вероятность индуцированных переходов. Однородное и неоднородное уширения.
1.5	Гауссова форма линии при доплеровском уширении. Поглощение и усиление.
1.6	Активная среда. Сечение поглощения.
1.7	Эффект насыщения. Импульсный режим, энергия насыщения.
2	Теория резонаторов лазеров.
2.1	Открытые резонаторы. Открытый резонатор, его добротность.
2.2	Регенерация резонатора при усилении. Проломной резонаторный усилитель.
2.3	Отражательный усилитель.
2.4	Условия самовозбуждения. Условия резонанса.
2.5	Частота генерации. Максимальная выходная мощность.
2.6	Число Френеля. Моды. Время жизни пассивного резонатора.
2.7	Дифракционные потери. Интегральное уравнение открытого резонатора.
2.8	Гауссовы пучки. Конфокальный резонатор. Распределение поля. Размер пятна. Расходимость излучения. Радиус кривизны волнового фронта.
2.9	Преобразование гауссовых пучков линзой. Согласование мод резонаторов.
2.10	Фокусирование гауссовых пучков. Продольный и поперечный размеры фокальной области.
2.11	Устойчивость резонаторов. Устойчивость линзовых световодов.
2.12	Световод с одинаковыми линзами. Световод с чередующимися линзами двух различных фокусных расстояний.
2.13	Условие устойчивости. Эквивалентность линзового световода и открытого резонатора. Типы устойчивых резонаторов.
2.14	Селекция поперечных мод диафрагмой.
2.15	Неустойчивые резонаторы. Коэффициент увеличения, потери на излучение.
2.16	Симметричный резонатор.
2.17	Телескопический резонатор. Эквивалентное число Френеля.
2.18	Селекция продольных мод. Частотная и пространственная селекция тонкими поглотителями.
2.19	Дисперсионные резонаторы. Распределенная обратная связь.
2.20	Синхронизация мод. Генерация излучения в нескольких продольных

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

#### 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
5	Лазерный интерференционный угломер	3	3	5
6	Фотоэлектрический поляриметр	2	2	5
7	Коллимирующая оптическая система	1	1	5
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 1, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	47	47
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
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
<a href="http://www.ttp.net/TitleIndex.html">http://www.ttp.net/TitleIndex.html</a>	Архив научных журналов издательства Oxford University Press.



<a href="http://www.ttp.net/TitleIndex.html">http://www.ttp.net/TitleIndex.html</a>	Электронные книги изд-ва Trans Tech.
<a href="http://www.sagepub.com/">http://www.sagepub.com/</a>	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	14-07
2	Специализированная лаборатория	11–01б

## 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

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

## 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
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 <sub>2</sub> –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 твердотельного лазера?	ПК-2.3.1
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	ПК-3.3.2

	излучение?	
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.

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:

- 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 (*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

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 *(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.

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.

В соответствии с учебным планом дисциплина предполагает проведение лабораторных работ. Наименование лабораторных работ и соответствующее им количество учебных часов приведены выше в таблице 5.

Лабораторные занятия проводятся в специальной лаборатории «Техническая электродинамика и распространение радиоволн» кафедры № 21 «Радиотехнических систем и оптоэлектронных комплексов» в аудитории 11-01а на ул. Б. Морской.

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 проводится 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 5 лабораторных работ в библиотеке ГУАП и в лаборатории в ауд. 11-01а 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. Отдельным пунктом в методических указаниях изложено содержание отчёта о лабораторной работе

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Приводятся в методических указаниях к выполнению лабораторных работ, представленных в таблице С, а также в разделе нормативной документации сайта ГУАП [http://guap.ru/guap/standart/titl\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml).

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 (перечень тем приведен в таблице 21 настоящей рабочей программы);
- при промежуточном тестировании (проводится в середине семестра по материалам лекционного курса, перечень вопросов приведен в таблице 19 настоящей рабочей программы);
- при итоговом тестировании (проводится после ознакомления с лекционным курсом на зачётной неделе, перечень вопросов приведен в таблице 19 настоящей рабочей программы);
- на экзамене.

Оценки выставляются по 5-бальной шкале (см. табл. 15). 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