

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)

В.И. Казаков  
 \_\_\_\_\_  
 (инициалы, фамилия)  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)  
 «20» 06 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Промышленное применение лазеров»  
 (Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.05
Наименование направления подготовки/ специальности	Лазерная техника и лазерные технологии
Наименование направленности	Лазерная техника и лазерные технологии
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)  
 \_\_\_\_\_  
 проф. каф. \_\_\_\_\_  
 (должность, уч. степень, звание) \_\_\_\_\_  
 профессор \_\_\_\_\_  
 (подпись, дата) \_\_\_\_\_  
 В.В. Якимов  
 \_\_\_\_\_  
 (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 21  
 «20» 06 2024 г, протокол № 8

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 «Промышленное применение лазеров» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии» направленности «Лазерная техника и лазерные технологии». Дисциплина реализуется кафедрой «№21».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен к разработке технологических процессов изготовления типовых узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем»

ПК-2 «Способен к разработке технологических процессов сборки и юстировки типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптикоэлектронных приборов и систем»

ПК-3 «Способен к разработке технологических процессов контроля механических, оптических и оптико-электронных блоков, узлов и элементов типовых систем приборов, лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем»

ПК-4 «Способен к участию в разработке технических требований и заданий на проектирование типовых схем приборов, узлов и деталей лазерной техники и лазерных оптико-электронных приборов и систем»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением характеристик и параметров важнейших квантовых приборов – генераторов лазерного излучения, а также применения таких приборов в технике и технологиях. В результате изучения настоящей дисциплины студенты получают знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и являющиеся фундаментом для изучения ряда последующих специальных дисциплин, а также практической работы специалистов в

области лазерных технологий. Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, 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

Обеспечение подготовки студентов в области лазеров и их применения, а именно в вопросах функционирования квантовых генераторов, их основных параметров и характеристик, а также вопросов применения этих устройств в различных сферах техники и технологий. Основной задачей дисциплины является изучение физических основ функционирования таких приборов, а также их возможностей и применений.

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-1 Способен к разработке технологических процессов изготовления типовых узлов и деталей лазерной техники, лазерных опико-электронных приборов и систем	ПК-1.3.1 знать принципы построения и состав лазерных приборов, систем; материалы и технологии, используемые для изготовления лазерной техники; методы работы с научно-технической литературой и информацией
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен к разработке технологических процессов сборки и юстировки типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных опико-электронных приборов и систем	ПК-2.3.1 знать принципы построения и состав лазерных приборов и систем; оптические материалы и технологии, в т.ч. для лазерной техники; основы оптических измерений; схемы измерений основных параметров оптических деталей лазерной техники; принципы измерений параметров оптических деталей лазерной техники на современном оборудовании; современные методы и приборы метрологического обеспечения в технологических процессах сборки и юстировки оптических деталей лазерных приборов и техники; методы сборки лазерных опико-электронных приборов; методы юстировки лазерных опико-электронных приборов; методы работы с научно-технической литературой и информацией
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен к разработке технологических процессов контроля	ПК-3.У.1 уметь обосновывать предлагаемые технические решения при разработке технологических процессов контроля блоков, узлов и элементов лазерных приборов и

	механических, оптических и оптико-электронных блоков, узлов и элементов типовых систем приборов, лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем	систем; анализировать, представлять и оформлять результаты при разработке технологических процессов контроля блоков, узлов и элементов лазерных приборов и систем
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен к участию в разработке технических требований и заданий на проектирование типовых схем приборов, узлов и деталей лазерной техники и лазерных оптико-электронных приборов и систем	ПК-4.3.1 знать основные области применения лазерной техники и лазерных технологий; принципы построения и состав лазерных приборов и систем; принципы конструирования лазерных оптико-электронных приборов, их узлов и элементов; оптические материалы и технологии; опасные и вредные эксплуатационные факторы, их предельно-допустимые уровни воздействия на человека, технику и окружающую среду при эксплуатации лазерных систем и технологий; методы работы с научно-технической литературой и информацией

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Физика
- Математика-1 (Аналитическая геометрия и линейная алгебра)
- Математика-1 (Математический анализ)
- Основы оптики
- Основы теории оптических сигналов

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

- Взаимодействие лазерного излучения с веществом;
- Оптические системы связи;
- Основы конструирования оптических и лазерных приборов и систем

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

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

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№6
1	2	3

<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	17	17
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
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 6					
Раздел 1	16		6		19
Тема 1.1.	6				
Тема 1.2	6		4		
Тема 1.3.	4		2		
Раздел 2	14		9		19
Тема 2.1.	4		3		
Тема 2.2	4		4		
Тема 2.3.	4		2		
Тема 2.4	2				
Раздел 3	4		2		19
Тема 3.1.	1		2		
Тема 3.2	1				
Тема 3.3.	2				
Итого в семестре:	34		17		57
Итого:	34	0	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	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
-------	---

раздела	
1	Непрерывный и нестационарный режимы работы лазеров. 1.1 Пороговые условия и выходная мощность трех- и четырехуровневых лазеров, перестройка частоты генерации лазера, одномодовый и одночастотный режимы генерации. Непрерывный и импульсный режимы работы. Релаксационные колебания. 1.2 Модуляция добротности лазерного резонатора, методы и динамика процесса модуляции. 1.3 Синхронизация мод резонатора, методы синхронизации мод.
2	Твердотельные, волоконные, полупроводниковые лазеры и их применения. 2.1 Nd, Yb и другие лазеры на RE-элементах, применения. 2.2 Лазеры на титан – сапфире, александрите и др. ТМ – ионах и их применения. 2.3 Полупроводниковые лазеры, характеристики и применения. 2.4 Волоконные лазеры, применения
3	Газовые лазеры и их применения 3.1 Лазеры на нейтральных атомах 3.2 Ионные лазеры 3.3 Молекулярные газовые лазеры

#### 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
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 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 6				
1	Исследование непрерывного неодимового лазера с полупроводниковой накачкой	6	6	1,2,3
2	Исследование работы импульсного Nd-YAG лазера в режимах свободной генерации и модуляции добротности резонатора	4	4	1,2
3	Исследование работы титан-сапфирового лазера с полупроводниковой накачкой в режиме непрерывной перестраиваемой по длине волны генерации и в режиме	7	7	1,2

	пассивной синхронизации мод			
	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 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	53	53
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	4	4
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  
7. Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
8. Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.373 3- 43	Звелто О. Принципы лазеров, Изд четвертое, М., 2008, 416 с.	ЧЗ (1), ФО (2), ГС (2), СО (8)
681.8 Я-60	М. Янг. Оптика и лазеры, включая волоконную оптику и оптические волноводы. Пер. с англ. - М.: Мир. - 2005. - 544с.	7
621.373 К-44	Г.Л. Киселев. Квантовая и оптическая электроника, СПб, Лань, 2011, 306 с.	12
	В.Ф. Лебедев, К.В. Сердюк, И.Н. Фоменко Лазерные технологии, СПб, ГУАП,	

	2021, 146 с.	
<a href="https://books.ifmo.ru/file/pdf/2502.pdf">https://books.ifmo.ru/file/pdf/2502.pdf</a>	В.Ф. Лебедев. Лазерная фотоника, СПб, Университет ИТМО, 2019, 105 с.	

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

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

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

URL адрес	Наименование
<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 27, №28 от 27.01.2021 Доступ в ЭБС «ZNRANIUM» осуществляется по договору № 071 от 24.02.2021 Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 070 от 24.02.2021

11. Перечень информационных технологий

11.1. 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
1	<a href="http://www.rezonator.orion-project.org/">http://www.rezonator.orion-project.org/</a>
2	Resonator Studio

11.2. 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

12. 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)
2	Мультимедийная лекционная аудитория	
5	Специализированная лаборатория «Лазерной техники и лазерных технологий»	51-06-03, ул. Большая



## 13. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

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

13.2. 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"> <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> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– не формулирует выводов и обобщений.

13.3. 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	Структурная схема действия лазера, усиление малого сигнала	ПК-1.3.1 ПК-2.3.1 ПК-3.У.1 ПК-4.3.1
2	Способы создания инверсной населенности, многоуровневые схемы накачки	
3	Пороговые условия и выходная мощность трех- и четырехуровневых лазеров	
4	Перестройка частоты генерации лазера	
5	Одномодовый и одночастотный режимы генерации	
6	Непрерывный и импульсный режимы работы лазера. Релаксационные колебания.	
7	Модуляция добротности резонатора	
8	Методы модуляции добротности	
9	Синхронизация мод лазерного резонатора	
10	Методы синхронизации мод	
11	Неодимовый и иттербиевый лазеры, принципы действия и особенности, применение	
12	Волоконные лазеры, принцип действия, параметры, применение	
13	Лазеры на alexандрите и титан- сапфире, особенности, применение	
14	Лазеры на RE -элементах, принципы действия, применения	
15	Лазеры на ТМ -элементах, принципы действия, применения	
16	ПП лазеры на ДГС, принцип работы, особенности, структура активного вещества	
17	Характеристики ПП лазеров. Применения полупроводниковых лазеров	
18	СО, СО2 лазеры, схема работы, параметры, применения лазеров, особенности	
19	Лазерный нагрев поверхности, плавление и испарение металлов	
20	Использование лазеров в термоядерном синтезе, других технически сложных фундаментальных и прикладных применениях	
21	Генерация фемтосекундных импульсов (ФСИ)	
22	Примеры технологий на основе ФСИ	

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
	Поясните механизм усиления в активном веществе	ПК-1.3.1
	Функциональная схема и принцип действия лазера.	ПК-2.3.1
	Трех- и четырехуровневые схемы накачки, пояснить их смысл.	ПК-3.У.1
	Чем определяется ширина спектра лазера в одночастотном режиме?	ПК-4.3.1
	Что такое пространственная когерентность ?	
	Что такое временная когерентность ?	
	Каким образом осуществляется модуляция добротности резонатора лазера, методы модуляции добротности ?	
	Устройство и принцип действия лазеров на ионах переходных металлов (ТМ-ионах)	
	В каких лазерах и при каких условиях происходит синхронизация мод?	
	Перечислите и поясните методы модуляции добротности и синхронизации мод резонатора лазера.	
	Устройство и принцип действия лазеров на редкоземельных элементах (RE-ионах)	
	Принцип действия и применение лазеров на неодиме.	
	Устройство и принцип действия титан-сапфирового лазера.	
	Назовите особенности волоконного и дискового лазеров.	
	Принцип действия ПП лазеров, достоинства, особенности, применения.	
	Резонатор Фабри-Перо, особенности, применения. Другие типы лазерных резонаторов, их особенности.	
	Методы реализации одномодового, одночастотного режимов работы лазера	
	Методы реализации импульсных режимов работы лазера: свободная генерация, режим модуляции добротности лазерного резонатора, режим синхронизации мод резонатора. Особенности, применения подобных лазеров	
	Спектральные, энергетические и временные режимы работы наиболее распространенных лазеров. Применения.	

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

13.4. 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.

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

14.1. 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:

- Введение;
- Непрерывный и импульсный режимы работы лазеров;
- Твердотельные, волоконные и полупроводниковые лазеры, их применения
- Газовые лазеры и их применения
- Прочие типы лазеров, их особенности и применения
- Заключение.

14.2. 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 проведению лабораторной работы определяется целью проведения этой работы, содержит исходные данные для предварительного теоретического расчета, а также программу экспериментальных исследований характеристик и параметров процессов и объектов.

Лабораторные работы выполняются группами студентов по 2 -3 человека. Перед выполнением лабораторных работ студенты изучают материалы лабораторной работы, а также требования по технике безопасности в лаборатории.

К лабораторной работе допускаются только студенты, прошедшие индивидуальное собеседование с преподавателем и показавшие умение правильно использовать аппаратуру, ясно и четко представляющие порядок выполнения работы.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет формируется в следующем порядке:

1. Титульный лист.
2. Протокол к лабораторной работе с подписью преподавателя или сотрудника.  
Протокол к лабораторной работе является лабораторным журналом, содержащим необходимые для выполнения лабораторной работы исходные данные, зафиксированные в процессе выполнения лабораторной работы результаты. Без подписанного преподавателем или сотрудником протокола отчет к защите не принимается.
3. Цель работы.  
Цель работы показывает, для чего выполняется работа, например, для получения или закрепления каких навыков, изучения каких явлений, законов и т.п.
4. Краткое содержание работы.  
Краткое содержание работы включает теоретическое описание тематики лабораторной работы, описание моделей, методов и алгоритмов необходимых для моделирования процессов и объектов на компьютере и обработки полученных данных.
5. Результаты предварительного расчета.  
Предварительные расчеты проводятся в соответствии с заданием и позволяют теоретически оценить параметры и характеристики исследуемых процессов и объектов.
6. Обработка результатов.  
Обработка результатов включает описание хода выполнения работы, перечень полученных результатов, сопровождающихся необходимыми комментариями, расчетами и промежуточными выводами, схемы, чертежи, графики, диаграммы и т. д.

## 7. Выводы по результатам выполнения работы.

Выводы по работе делаются на основании обобщения полученных результатов. В выводах также отмечаются все недостатки работы, по какой-либо причине имеющие место, предложения и рекомендации по дальнейшему исследованию поставленной в работе проблемы и т. п.

## 8. Приложения.

В приложения выносятся библиографический список, содержащий ссылки на книги, периодические издания, интернет ресурсы, использованные при выполнении работы и оформлении отчета. В основном тексте отчета ссылки на пункты библиографического списка приводятся в следующем виде: [1, стр.2], где 1 – номер пункта, стр. 2 – дополнительное уточнение местоположения в тексте.

В приложение выносятся также справочная и прочая информация, не включенная в основные разделы отчета.

### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен содержать: цель работы, рисунки (фотографии) схем экспериментов (функциональных, оптических схем), используемых приборов (в случае необходимости), таблицы измеренных и рассчитанных величин, необходимый для анализа графический материал, анализ полученных результатов и выводы по результатам работы.

Отчет выполняется на белой бумаге формата 297x210 мм<sup>2</sup>. Допускается применять бумагу «в клетку» и использование обеих сторон листа. Образец оформления титульного листа приведен на сайте: <http://standarts.guap.ru>, (сектор нормативной документации ГУАП). Графики строятся на отдельных листах формата отчета. При использовании нелинованной бумаги следует нанести на графики координатную сетку. Иллюстрации малых размеров размещаются на одном листе. Когда на графике приведено несколько функциональных зависимостей, то кривые следует обозначать либо различным начертанием, либо цифрами, либо буквами, с соответствующим разъяснением, размещенным под графиком. Размерность на графиках ставится в конце оси координат вне поля графика в виде дроби, в числителе которой - обозначение физической величины, а в знаменателе - единица измерения. При этом обозначения по оси абсцисс должны располагаться под осью, а по оси ординат - слева от оси. Обозначения в виде наименований следует располагать параллельно соответствующим осям. Для оцифровки осей применяется натуральный ряд чисел 0,1,2, 3, ... , помноженный 10<sup>n</sup>, где n = ±2, ±3, .... Все графики и рисунки должны иметь нумерацию и поясняющие подписи.

### 14.3. 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).

14.4. 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».

– 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».

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