

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

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

В.И. Казаков

(инициалы, фамилия)

(подпись)

« 25 » 22 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Фемтосекундные лазеры и их применение»
(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

Санкт-Петербург – 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

проф., д.т.н., с.н.с.

(должность, уч. степень, звание)

16.02.26

(подпись, дата)

О.В. Шакин

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«16» февраля 2026 г, протокол №7/26

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)

16.02.26

(подпись, дата)

А.Р. Бестугин

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

16.02.26

(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Фемтосекундные лазеры и их применение» 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 «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен к анализу научно-технической проблемы, формированию цели, задачи и плана научного исследования в области лазерной техники и технологий»

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 обеспечением подготовки студентов в области принципов работы и системотехники волоконных и открытых оптических инфокоммуникационных систем, используемых для передачи различных видов информации. Основной задачей дисциплины является изучение принципов действия основных узлов и устройств систем, их характеристик и параметров, а также умение разрабатывать функциональные и структурные схемы приборов и систем лазерной техники с определением их физических принципов действия, структурно-логических связей и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета (3 семестр).

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

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины «Фемтосекундные лазеры и их применение» - 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 анализу научно-технической проблемы, формированию цели, задачи и плана научного исследования в области лазерной техники и технологий	ПК-1.3.2 знать области применения лазерной техники и лазерных технологий
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен к теоретическим и экспериментальным исследованиям лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем	ПК-2.У.2 уметь анализировать условия и результаты взаимодействия лазерного излучения с материалами и средами
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	ПК-3.3.1 знать особенности и области применения лазерной техники и лазерных технологий

	техники и технологий, лазерных оптико-электронных приборов и систем	
--	---	--

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математика-1 (Аналитическая геометрия и линейная алгебра);
- «Математика-1 (Математический анализ)»;
- «Основы оптики»;
- «Основы теории оптических сигналов - лазеры и их применение».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются 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
		№3
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	74	74
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

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 7					
Раздел 1. Непрерывный и нестационарный режимы работы лазеров Тема 1.1. Пороговые условия и выходная мощность трех- и четырех уровневых лазеров, перестройка частоты генерации лазера, одномодовый режим генерации Тема 1.2. Релаксационные колебания, динамическая неустойчивость и пульсации в лазерах Тема 1.3. Модуляция добротности, динамика процесса модуляции, методы модуляции Тема 1.4. Синхронизация мод, методы синхронизации мод	6	6			24
Раздел 2. Твердотельные и полупроводниковые лазеры. Тема 2.1. Рубиновый, неодимовый и итербиевые лазеры, применение Тема 2.2. Волоконные лазеры, лазеры на александрите и титан - сапфире Тема 2.3. Полупроводниковые лазеры, их виды и характеристики. Применения в системах преобразования, передачи и обработки информации Тема 2.4. Дисковые лазеры	6	6			25
Раздел 3. Газовые лазеры и их применения Тема 3.1. Лазеры на нейтральных атомах Тема 3.2. Ионные лазеры Тема 3.3. Молекулярные газовые лазеры	5	5			25
Итого в семестре:	17	34			74
Итого	17	34	0	0	24

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	Непрерывный и нестационарный режимы работы лазеров 1.1 Пороговые условия и выходная мощность трех- и четырех уровневых лазеров, перестройка частоты генерации лазера, одномодовый режим генерации 1.2 Релаксационные колебания, динамическая неустойчивость и пульсации в лазерах 1.3 Модуляция добротности, динамика процесса модуляции, методы модуляции 1.4. Синхронизация мод, методы синхронизации мод
2	Твердотельные и полупроводниковые лазеры 2.1 Рубиновый, неодимовый и итербиевые лазеры, применение 2.2 Волоконные лазеры, лазеры на александрите и титан - сапфире 2.3 Полупроводниковые лазеры, их виды и характеристики. Применения в системах преобразования, передачи и обработки информации 2.4 Дисковые лазеры

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
Семестр 3					
1	Рассчитать уровень шума, вызываемого спонтанным излучением для СВЧ и оптического диапазонов (исходные данные выдаются индивидуально).	Интерактивная форма групповая дискуссия	3		1
2	Выполнить расчет коэффициента усиления в активном веществе с параметрами, заданными преподавателем		3		1
3	Определить минимальный индекс потерь в Фабри-Перо полупроводниковом лазере на основе материала GaAs		3		2
4	Определить количество продольных, поддерживаемых резонатором с плоскими зеркалами длиной 0.5 м, средняя длина волны 0,6328 мкм		3		2
5	Рассчитать и построить графики зависимостей изменения населенностей рабочих уровней активного вещества от плотности энергии накачки в двухуровневой системе (трехуровневой системе)		3		3
6	Обосновать возможность и рассчитать параметры выходного сигнала лазера в режиме синхронизации мод при заданных преподавателем исходных данных		2		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
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	40	40
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)	10	10
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	4	4
Всего:	74	74

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке(кроме электронных экземпляров)
621.373 З- 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. – 544 с.	7
621.373 К-44	Г.Л. Киселев. Квантовая и оптическая электроника, СПб, Лань, 2011, 306 с.	12

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
book.com/books	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 695-7 от 30.11.2011
ium.com/bookread	Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 186-ЭБС от 08.02.2012

8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

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

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	51-06-03
2	Специализированная лаборатория	51-06-05

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
Зачет	Список вопросов; Тесты; Задачи.

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»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«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. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«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. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«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. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

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	Структурная схема действия лазера, усиление в квантовой системе	ПК-1.3.2
2	Способы создания инверсной населенности, многоуровневые схемы	

	накачки	
3	Пороговые условия и выходная мощность трех- и четырех уровневых лазеров	
4	Перестройка частоты генерации лазера	
5	Одномодовый режим генерации	
6	Релаксационные колебания, динамическая неустойчивость и пульсации в лазерах	
7	Модуляция добротности в лазерах	
8	Методы модуляции добротности	
9	Синхронизация мод в многочастотном лазере	
10	Методы синхронизации мод	
11	Лазер на рубине, особенности накачки, конструкция, параметры.	ПК-2.У.2
12	Применение рубинового лазера	
13	Неодимовый лазер, особенности и применение	
14	Волоконные лазеры, принцип действия, параметры, применение	
15	Лазеры на александрите и титан- сапфире, особенности, применение	
16	ПП лазеры на ДГС, принцип работы, особенности, структура активного вещества	
17	Характеристики ПП лазеров	
18	Применения полупроводниковых лазеров	
19	He-Ne лазер, диаграмма накачки, конструкция, параметры	
20	Аргоновый лазер, основные применения	
21	СО ₂ лазер, схема, параметры, применения	ПК-3.3.1
22	СО лазер, особенности	
23	Лазерный нагрев поверхности, плавление и испарение металлов	
24	Использование лазеров в термоядерном синтезе	
25	Генерация фемтосекундных импульсов (ФСИ)	
26	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
1	Какое преимущество фемтосекундных лазеров по сравнению с традиционными лазерами? А) более высокая мощность	ПК-1.3.2

	Б) меньший размер В) ультракороткие импульсы Г) низкая стоимость производства																	
2	Какие из следующих компонентов являются обязательными для лазерной системы? А) резонатор Б) источник питания В) оптические элементы Г) вентилятор																	
3	Расположите характеристики материалов, используемых в лазерной технике, от наиболее значимого к наименее значимому: А) теплопроводность Б) оптическая прозрачность В) устойчивость к механическим повреждениям Г) электрическая проводимость																	
4	Установите соответствие между типами лазеров и их основными характеристиками: <table><tr><td>А) Газовый лазер</td><td>1) Использует легированные кристаллы в качестве активной среды</td></tr><tr><td>Б) Твердотельный лазер</td><td>2) Отличается высокой эффективностью и компактностью</td></tr><tr><td>В) Волоконный лазер</td><td>3) Применяет газы в качестве активного вещества</td></tr><tr><td>Г) Полупроводниковый лазер</td><td>4) Имеет высокую стабильность и возможность</td></tr></table> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</p> <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td><td>Г</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	А) Газовый лазер	1) Использует легированные кристаллы в качестве активной среды	Б) Твердотельный лазер	2) Отличается высокой эффективностью и компактностью	В) Волоконный лазер	3) Применяет газы в качестве активного вещества	Г) Полупроводниковый лазер	4) Имеет высокую стабильность и возможность	А	Б	В	Г					
А) Газовый лазер	1) Использует легированные кристаллы в качестве активной среды																	
Б) Твердотельный лазер	2) Отличается высокой эффективностью и компактностью																	
В) Волоконный лазер	3) Применяет газы в качестве активного вещества																	
Г) Полупроводниковый лазер	4) Имеет высокую стабильность и возможность																	
А	Б	В	Г															
5	Какие процессы происходят при воздействие лазерного излучения на поглощающие вещества?																	
6	Какое из следующих условий необходимо для достижения генерации лазерного света? А) наличие постоянного электрического тока Б) наличие оптической обратной связи В) высокая температура среды Г) наличие магнитного поля	ПК-2.У.2																
7	Какое из следующих утверждений о лазерах является верным? А) лазеры могут работать только в видимом спектре Б) лазеры могут использоваться для передачи данных В) лазеры производят когерентный свет Г) лазеры требуют сложного охлаждения																	
8	Расположите основные этапы производства лазерных материалов по очередности: А) формование и обработка Б) тестирование качества В) синтез сырья Г) упаковка и транспортировка																	
9	Установите соответствие между характеристиками фемтосекундных лазеров и их преимуществами: <table><tr><td>А) Кратковременные</td><td>1) Уменьшает риск повреждения</td></tr></table>		А) Кратковременные	1) Уменьшает риск повреждения														
А) Кратковременные	1) Уменьшает риск повреждения																	

	<table><tr><td>импульсы</td><td>окружающих тканей.</td></tr><tr><td>Б) Высокая пиковая мощность</td><td>2) Обеспечивает возможность точного нанесения на микроуровне.</td></tr><tr><td>В) Низкая термическая нагрузка</td><td>3) Позволяет достигать высокой эффективности в передаче энергии.</td></tr><tr><td>Г) Способность к селективному воздействию</td><td>4) Позволяет проводить процессы с минимальным временем воздействия.</td></tr></table>	импульсы	окружающих тканей.	Б) Высокая пиковая мощность	2) Обеспечивает возможность точного нанесения на микроуровне.	В) Низкая термическая нагрузка	3) Позволяет достигать высокой эффективности в передаче энергии.	Г) Способность к селективному воздействию	4) Позволяет проводить процессы с минимальным временем воздействия.								
импульсы	окружающих тканей.																
Б) Высокая пиковая мощность	2) Обеспечивает возможность точного нанесения на микроуровне.																
В) Низкая термическая нагрузка	3) Позволяет достигать высокой эффективности в передаче энергии.																
Г) Способность к селективному воздействию	4) Позволяет проводить процессы с минимальным временем воздействия.																
	<p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</p> <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td><td>Г</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	А	Б	В	Г												
А	Б	В	Г														
10	Назовите особенности He-Ne лазера																
11	Какой тип лазера обычно используется в медицинских приложениях для удаления тканей? А) газовый лазер Б) твердотельный лазер В) полупроводниковый лазер Г) волоконный лазер	ПК-3.3.1															
12	Какие факторы влияют на выбор типа лазера для конкретного применения? А) длина волны Б) мощность В) размеры устройства Г) спектр излучения																
13	Расположите параметры акустооптического устройства по степени их влияния на его характеристики: А) тип используемого кристалла Б) уровень входной мощности излучения В) длина волны излучения Г) частота акустической волны																
14	Установите соответствие между лазерными материалами и их основными применениями: <table><tr><td>А) Ti:sapphire</td><td>1) Медицина (лазерная хирургия)</td></tr><tr><td>Б) CO₂</td><td>2) Обработка материалов и сварка</td></tr><tr><td>В) Nd:YAG</td><td>3) Высокая мощность для промышленных приложений</td></tr><tr><td>Г) Yb:fiber</td><td>4) Исследования в области спектроскопии</td></tr></table> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</p> <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td><td>Г</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		А) Ti:sapphire	1) Медицина (лазерная хирургия)	Б) CO ₂	2) Обработка материалов и сварка	В) Nd:YAG	3) Высокая мощность для промышленных приложений	Г) Yb:fiber	4) Исследования в области спектроскопии	А	Б	В	Г			
А) Ti:sapphire	1) Медицина (лазерная хирургия)																
Б) CO ₂	2) Обработка материалов и сварка																
В) Nd:YAG	3) Высокая мощность для промышленных приложений																
Г) Yb:fiber	4) Исследования в области спектроскопии																
А	Б	В	Г														
15	Опишите принцип действия ПП лазера на двойной гетероструктуре, его достоинства.																

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 обучающимся 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:

- презентация лекционного материала в мультимедийной аудитории;
- указание наиболее важных вопросов в данном курсе;
- краткая дискуссия по лекционному материалу;
- информация о дополнительных материалах, необходимых для понимания лекционного курса.

11.2. 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 обучающемуся 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.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

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).

11.3. 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).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

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

- 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».

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».

Методические указания для обучающихся указания по прохождению промежуточной аттестации представлены в методическом пособии на сайте каф.23.

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