

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

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Л.Н. Пресленев

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22» мая 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Нелинейная оптика»
(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

Санкт-Петербург– 2020

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Д.т.н., проф.(должность, уч.
степень, звание)

(подпись, дата)

О.В. Шакин

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«18» мая 2020 г, протокол № 10/20

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

А.Р. Бестугин

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 12.03.05(01)

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

(подпись, дата)

Л.Н. Пресленев

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

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

(подпись, дата)

О.Л. Бальшева

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Нелинейная оптика» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии» направленности «Лазерная техника и лазерные технологии». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

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»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с нелинейными оптическими процессами в оптически прозрачных средах.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточный и 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

Цели преподавания дисциплины "Нелинейная оптика" - формирование у студентов знаний о сущности физических процессов и принципов функционирования нелинейных оптических приборов квантовой электроники для активной производственной и творческой работе в области лазерных технологий.

1.1. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.2. 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-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-3.Д.2 рассчитывает параметры и характеристики оптико-электронных узлов и элементов; выбирает элементы лазерных оптических систем, источников и приёмников лазерного излучения; выбирает контрольно-измерительную аппаратуру; конструирует типовые детали и функциональные устройства лазерной техники, оценивает их технологичность, рассчитывает показатели качества; разрабатывает конструкторскую документацию; обосновывает предлагаемые технические решения при разработке технологических процессов контроля блоков, узлов и элементов лазерных приборов и систем; анализирует, представляет и оформляет результаты при разработке технологических процессов контроля блоков, узлов и элементов лазерных приборов и систем

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- математика-1 (Аналитическая геометрия и линейная алгебра);
- математика-1 (Математический анализ);
- физика;
- 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:

- проектирование лазерных технологических комплексов;

- оптические системы связи;
- лазерные информационные системы космических аппаратов;
- 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
		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
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)	54	54
Самостоятельная работа, всего (час)	56	56
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2. Таблица

2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	СРС (час)
Семестр 5				
Раздел 1. Тема 1.1 Тема 1.2. Тема 1.3 Тема 1.4	7	6		14
Раздел 2. Тема 2.1 Тема 2.2.	3	4		14
Раздел 3. Тема 3.1 Тема 3.2.	3	3		14
Раздел 4. Тема 4.1 Тема 4.2 Тема 4.3	4	4		14
Итого в семестре:	17	17		56

Итого:	17	17	0	56
--------	----	----	---	----

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p>Тема 1.1 – Предмет, цель, содержание курса. Задачи дисциплины. Исторический обзор этапов развития нелинейной оптики. Краткая характеристика ее современного состояния Роль российских ученых в ее становлении.</p> <p>Тема 1.2 - Основы теории волн в нелинейном диэлектрике Физическая модель распространения света в оптически прозрачном диэлектрике. Применение модели ангармонического осциллятора для описания колебаний оптического электрона в атоме или молекуле для нахождения функции поляризации среды. Общие свойства ФМУ. Тензорный характер функции восприимчивости. Частотное представление ФМУ. Связь между действительной и мнимой частями линейной восприимчивости. Связь между линейной и квадратичной восприимчивостями, а также между восприимчивостями более высоких порядков для модели ангармонического осциллятора. Связь между комплексными амплитудами поляризации и напряженности поля при дискретном спектре частот.</p> <p>Тема 1.3 - Пространственные свойства симметрии диэлектрика и трансформационные свойства восприимчивостей. Сокращение числа независимых компонент тензора квадратичной восприимчивости в зависимости от свойств симметрии кристаллов. Пространственно – частотные преобразования.</p> <p>Тема 1.4 - Фазовый синхронизм Физическая модель фазового синхронизма при усилении волны второй гармоники в нелинейном диэлектрике. Возможные способы выполнения условия фазового синхронизма. Распространение света в анизотропном кристалле. Уравнения Френеля. Типы фазового синхронизма в одноосных кристаллах.</p>
2	<p>Тема 2.1-Генерация второй оптической гармоники монохроматическими плоскими волнами, лазерными импульсами, многочастотным лазерным излучением Генерация второй гармоники в расходящемся световом пучке. Генерация второй гармоники в пространственно – ограниченных пучках. Влияние угла «сноса» на эффективность генерации второй гармоники. Диафрагменный апертурный эффект. Методы устранения и компенсации эффекта сноса. Генерация второй гармоники сфокусированным гауссовским пучком.</p> <p>Тема 2.2 - Оптические схемы генерации второй гармоники Оптические схемы внерезонаторной генерации второй гармоники. Схема с цилиндрическими линзами. Внутррезонаторная генерация второй гармоники (ВРГВГ. Нелинейное зеркало. Условие стационарной генерации в лазере с ВРГВГ. Плотность мощности первой и второй гармоник при ВРГВГ. Схемы лазеров с ВРГВГ.</p>
3	<p>Тема 3.1- Параметрическая генерация и усиление света Сущность явления параметрической люминесценции света. Укороченные уравнения для трехволнового взаимодействия. Усиление сигнальной и холостой волн в поле сильной волны накачки: случай $\Delta K = 0$, условие усиления сигнальной волны; случай $\Delta K \neq 0$ для субгармоники в приближении заданного поля накачки. Усиление субгармоники в нелинейном режиме при $\Delta K = 0$. Параметрическая генерация субгармоники при непрерывной накачке. Потери на регенерацию волны накачки. Особенности импульсной накачки при параметрической генерации света. Накачка пикосекундными импульсами.</p> <p>Тема 3.2- Оптические схемы параметрической генерации света Классическая схема параметрического генератора света (ПГС). Пороговые условия для самовозбуждения при $\Delta K = 0$ и $\Delta K \neq 0$. Различные практические схемы однорезонаторных ПГС. Безрезонаторный ПГС.</p>

4	<p>Тема 4.1- Материалы для нелинейной оптики. Нелинейные кристаллы для генерации гармоник и параметрической генерации света. Кристаллы с регулярной доменной структурой и их применение для нелинейного преобразования света.</p> <p>Тема 4.2- Нелинейные процессы в оптических волокнах Физические процессы вынужденного рассеяния света. Вынужденное рассеяние Манделъштама-Бриллюена - рассеяние на акустических волнах.</p> <p>Тема 4.3 - Вынужденное рассеяние света Вынужденное комбинационное рассеяние - Рамановское рассеяние. Среды для осуществления процессов вынужденного рассеяния. Пороговые условия.</p>
----------	--

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5				
1	Основы теории волн в нелинейном диэлектрике	Доклады, обсуждение, решение задач	2	1
2	Пространственные свойства симметрии диэлектрика и трансформационные свойства восприимчивостей		2	1
3	Фазовый синхронизм		2	1
4	Генерация второй оптической гармоники монохроматическими плоскими волнами		3	2
5	Генерация второй гармоники лазерными импульсами		3	2
6	Генерация третьей и четвертой гармоник лазерными импульсами		3	2
7	Оптические схемы генерации второй гармоники		2	2
	Всего		17	17

1.1. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено			
	Всего		

4.5. Курсовое проектирование (работа)

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 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	29	29
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)	9	9
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	9	9
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	9	9
Всего:	56	56

2.

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	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
621.373 3- 43	Звелто О. Принципы лазеров, Изд четвертое, М., 2008, 416 с.	ЧЗ (1), ФО (2), ГС (2), СО (8)
	Г.Дмитриев, Л.В.Тарасов. Прикладная нелинейная оптика. М.: Физматлит, 2004, -512с.	
	М.Шуберт, Б.Вильгельми. Введение в нелинейную оптику. Ч. 1, изд. Мир, М., 1973, -244 с	
	Ф.Цернике, Дж. Мидвинтер. Прикладная нелинейная оптика, пер. с англ. под ред. С.А.Ахманова. М.: Мир, 1976,- 261 с.	
	Н.Бломберген. Нелинейная оптика. Пер. с англ. под ред. С.А.Ахманова. М.: Мир, 1979, - 424 с.	

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
http://e.lanbook.com/books	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 695-7 от 30.11.2011
http://znanium.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

а. 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

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы 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	11-04
2	Специализированная лаборатория «Неодимовый лазер»	11-03

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

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

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

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена
-------	--------------------------------

1. Физическая модель распространения света в оптически прозрачном диэлектрике. Поляризация среды.
2. Применение модели ангармонического осциллятора для описания колебаний оптического электрона в атоме или молекуле для нахождения функции поляризации среды.
3. Функция восприимчивости среды.
4. Генерация второй гармоники в пространственно – ограниченных пучках.
5. Угол анизотропии или угол «сноса».
6. Влияние угла «сноса» на эффективность генерации второй гармоники. Диафрагменный апертурный эффект.
7. Методы устранения и компенсации эффекта сноса.
8. Дисперсионные зависимости показателя преломления в оптическом диэлектрике.
9. Генерация второй гармоники световыми импульсами.
10. Групповая скорость.
11. Эффекты группового запаздывания и группового расплывания для импульсного излучения и их влияние на эффективность генерации второй гармоники.
12. Связь между комплексными амплитудами поляризации и напряженности поля при дискретном спектре частот.
13. Возможные нелинейные эффекты при учете квадратичной поляризации среды.
14. Нелинейные эффекты при учете кубической поляризации среды.
15. Пространственные свойства симметрии диэлектрика и трансформационные свойства восприимчивостей.
16. Сокращение числа независимых компонент тензора квадратичной восприимчивости в зависимости от свойств симметрии кристаллов.
17. Сокращенная запись пространственных индексов.
18. Представление компонент нелинейных восприимчивостей второго порядка в виде матричных коэффициентов.
19. Возможные способы выполнения условия фазового синхронизма.
20. Типы фазового синхронизма в одноосных кристаллах
21. Практическое вычисление коэффициентов эффективной квадратичной восприимчивости для трехволнового нелинейного взаимодействия в одноосном кристалле.
22. Оптимальные направления взаимодействия (на примере кристаллов дигидрофосфата калия-KDP).
23. Связь между линейной и квадратичной восприимчивостями, а также между восприимчивостями более высоких порядков для модели ангармонического осциллятора.
24. Решение укороченных уравнений для генерации второй гармоники при наличии волновой расстройки ($\Delta K \neq 0$).
25. Плотность мощности второй гармоники. Эффективность генерации второй гармоники.
26. Свойства симметрии для компонент тензора квадратичной восприимчивости в средах без потерь.
27. Пространственно – частотные преобразования.
28. Сущность явления параметрической люминесценции света.
29. Условия фазового синхронизма для параметрической люминесценции света. Скалярный и волновой синхронизм.
30. Способы перестройки условий для параметрической люминесценции.
31. Физическая модель фазового синхронизма при усилении волны второй гармоники в нелинейном диэлектрике.
32. Генерация второй гармоники в расходящемся световом пучке.
33. Угловые дисперсионные коэффициенты.

- | |
|--|
| 34. Некритичный фазовый синхронизм. |
| 35. Угловая ширина синхронизма. |
| 36. Различные практические схемы однорезонаторных параметрических генераторов света (ОПГС). |
| 37. Оптические схемы внерезонаторной генерации второй гармоники. |
| 38. Схема с цилиндрическими линзами. |
| 39. Внутррезонаторная генерация второй гармоники (ВРГВГ). |
| 40. Плотность мощности первой и второй гармоник. |
| 41. Кристаллы с регулярной доменной структурой и их применение для нелинейного преобразования света. |
| 42. Схемы лазеров с внутррезонаторной генерацией второй гармоники - (ВРГВГ). |

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
	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

Примерный перечень вопросов для тестов
<p>1.Что такое поляризация (поляризованность) среды? Какие виды поляризации среды вы знаете?</p> <p>2.Чем обусловлено существование нелинейных добавок к поляризации среды?</p> <p>3.Поляризация (поляризованность) среды зависит:</p> <ul style="list-style-type: none"> - от поля, действующего на систему только в настоящий момент времени, - от полей, которые будут действовать на систему в будущем, - от всех полей, действовавших на систему до настоящего времени, включительно. <p>4.Область нормальной дисперсии в оптической диэлектрике характеризуется:</p> <ul style="list-style-type: none"> - уменьшением показателя преломления среды с ростом частоты колебаний света, - увеличением показателя преломления среды с ростом частоты колебаний света, - постоянной величиной показателя преломления среды. <p>5.Вещество с большим значением квадратичной восприимчивости на суммарной частоте отбирается из веществ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - только с большим значением показателя преломления на отдельных частотах, - с большим значением показателя преломления на отдельных частотах и на суммарной частоте, - только с большим значением показателя преломления на суммарной частоте <p>6.Квадратичная нелинейная восприимчивость играет основную роль в нелинейных процессах для следующих сред:</p>

- изотропных,
 - анизотропных, с центром инверсии,
 - анизотропных, без центра инверсии.
7. За какие нелинейные эффекты могут отвечать спектральные составляющие квадратичной нелинейной поляризации?
8. За какие нелинейные эффекты могут отвечать спектральные составляющие кубической нелинейной поляризации?
9. Что понимается под кристаллофизической системой координат?
10. В чем заключается физический смысл фазового синхронизма?
11. В чем суть пространственно-частотных преобразований компонент тензора квадратичной восприимчивости для сред без потерь? 12. Что такое эффективная восприимчивость?
13. В приближении заданного поля и плоских волн ширина кривой синхронизма определяется областью расстройки от условий синхронизма, при которой амплитуда второй гармоники на длине кристалла:
- не равна нулю,
 - не убывает,
 - равна амплитуде первой гармоники.
14. Что понимается под терминами эффективная нелинейная длина и длина когерентности при преобразовании излучения во вторую гармонику?
15. В полях маломощных непрерывных лазеров интегральный коэффициент преобразования основного излучения во вторую гармонику по мощности увеличивается
- линейно с длиной кристалла,
 - пропорционально квадрату длины кристалла,
 - пропорционально квадратному корню от длины кристалла.
16. Что такое угловые дисперсионные коэффициенты?
17. Что такое не критичный фазовый синхронизм и в чем его преимущество?
18. Что такое угол сноса или угол анизотропии?
19. В чем суть геометрооптического приближения?
20. Что такое эффективная апертурная длина?
21. Что такое групповая скорость?
22. Что понимается под режимом 100% преобразования во вторую гармонику?
23. В поле мощной низкочастотной волны слабая сигнальная высокочастотная волна
- нарастает,
 - убывает,
 - колеблется с небольшой амплитудой.
24. Порог генерации в ДПГС
- равен порогу генерации в ОПГС, - больше порога генерации в ОПГС, - меньше порога генерации в ОПГС.
25. Время развития генерации в ДПГС
- равно времени развития генерации в ОПГС,
 - больше времени развития генерации в ОПГС,
 - меньше времени развития генерации в ОПГС.
26. Что такое кластерный эффект при параметрической генерации и когда он происходит?
27. Что такое кристаллы с регулярной доменной структурой?

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 знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации

студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульнорейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является – формирование у студентов знаний о сущности физических процессов и принципов функционирования нелинейных оптических приборов квантовой электроники для активной производственной и творческой работе в области лазерных технологий. Получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области «Лазерной техники и лазерных технологий» по дисциплине "Нелинейная оптика".

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;
- научится 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.

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).

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

Требования к проведению практических занятий

Подготовка докладов, Решение задач.

Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ

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 у 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

Изучение инструкции по эксплуатации лабораторного стенда

Изучение техники безопасности при работе с лазерным излучением.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Ответы на вопросы, приведённые в таблице 19

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Титульный лист

Краткое описание цели лабораторной работы.

Результаты Расчеты.

Выводы.

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».

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