

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ

КАФЕДРА ФИЗИКИ МИКРО- И НАНОСИСТЕМ

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 2

от 26.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
8	2	72	12	0	12		48	0	3
Итого	2	72	12	0	12	0	48	0	

## АННОТАЦИЯ

В курсе изучаются физические принципы получения лазерной генерации и усиления. Излагаются физические механизмы создания и поддержания инверсии населенностей, изучаются энергетические уровни, времена жизни и скорости переходов в лазерных средах. Отдельное внимание уделяется резонаторам и их свойствам, а также нелинейно-оптическому преобразованию в гармоники. Дано описание наиболее часто использующихся типов лазеров. Отдельное внимание обращается на предельные энергетические характеристики лазерных генераторов и усилителей. Излагаются основные сведения об особенностях применения лазерных систем для микрообработки различных материалов.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дать основные физические представления о принципах получения и преобразования лазерного излучения, а также его применении в технологических процессах микрообработки материалов.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Обязательная дисциплина, профессиональный модуль

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательской			
Анализ поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	Фундаментальные и прикладные научно-исследовательские разработки в области фотоники и оптоинформатики	ПК-1 [1] - способен к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-1[1] - Знать современное состояние развития фотоники и оптоинформатики ; У-ПК-1[1] - уметь анализировать исходные требования при решении задач в области фотоники и

			оптоинформатики проводить поиск научнотехнической информации по теме решаемой задачи уточнять и корректировать требования к решаемой задаче в области фотоники и оптоинформатики ; В-ПК-1[1] - Владеть навыками анализа простых исследовательских задач в области фотоники и оптоинформатики
Построение математических моделей для анализа свойств объектов исследования и выбор численного метода их моделирования, разработка алгоритма решения задачи	Фундаментальные научно-исследовательские разработки в области фотоники и оптоинформатики	ПК-2 [1] - способен к математическому моделированию процессов и объектов фотоники и оптоинформатики, их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-2[1] - Знать возможности стандартных пакетов автоматизированного проектирования при математическом моделировании объектов фотоники и оптоинформатики.; У-ПК-2[1] - уметь решать типичные математические задачи на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования; В-ПК-2[1] - Владеть навыками самостоятельной разработки программ при математическом моделировании процессов и объектов фотоники и оптоинформатики.
Анализ поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	Фундаментальные и прикладные научно-исследовательские разработки в области фотоники и оптоинформатики	ПК-3.1 [1] - Способен к анализу научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования  <i>Основание:</i>	З-ПК-3.1[1] - Знать материалы, компоненты, приборы, устройства, методы их исследования, проектирования и конструирования. Математические модели, алгоритмы

		Профессиональный стандарт: 40.011	решения типовых задач в области фотоники и оптоэлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий фотоники и оптоэлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования и применения фотонных и оптоэлектронных приборов и устройств.; У-ПК-3.1[1] - Уметь применять представления, концепции и модели физики конденсированного состояния для описания явлений и процессов в твердых телах, качественного и количественного анализа параметров и характеристик твердых тел для приложений фотоники и оптоинформатики. ; В-ПК-3.1[1] - Владеть основными методами качественного и количественного анализа параметров и характеристик твердых тел для приложений фотоники и оптоэлектроники
производственно-технологической			
Осуществление наладки, настройки и опытной проверки отдельных видов элементов, устройств и систем фотоники и	Прикладные и опытно-конструкторские разработки в области фотоники и оптоинформатики	ПК-7 [1] - способен к разработке технических заданий на конструирование отдельных узлов приспособлений,	3-ПК-7[1] - Знать требования , предъявляемые к технической документации при конструировании

<p>оптоинформатики в процессе НИОКР и опытного производства</p>		<p>оснастки и специального инструмента, предусмотренных технологией</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>отдельных узлов приспособлений, оснастки и специального инструмента ; У-ПК-7[1] - Уметь анализировать исходные данные и технические требования, предъявляемые к конструируемым узлам приспособлений, оснастки и специального инструмента; формулировать и обосновывать требования к разрабатываемым узлам и элементам ; В-ПК-7[1] - Владеть знаниями по вопросам стандартизации, метрологии, технике измерений и контроля качества навыками разработки проектной и рабочей технической документации</p>
---	--	--	--

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов</p>

		<p>научных исследований и технологических разработок.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</li> </ul> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- формирования критического</li> </ul>

		мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20)	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование	1.Использование воспитательного потенциала

	<p>творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (В22)</p>	<p>дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
--	--	--

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:



№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>8 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	6/0/6		25	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
2	Второй раздел	9-12	6/0/6		25	КИ-12	3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		12/0/12		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 8 Семестр</b>				50	3	У-ПК-3.1, В-ПК-3.1, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2,

							В-ПК-2, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-3.1
--	--	--	--	--	--	--	--

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>8 Семестр</i>	12	0	12
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	6	0	6
1 - 2	<b>Тема 1.</b> Основные понятия. Вероятность переходов в поле теплового излучения. Коэффициенты Эйнштейна. Вероятность перехода в монохроматическом поле. Форма и ширина линии перехода. Поперечное время релаксации. Факторы, определяющие ширину спектральных линий газов. Однородное и неоднородное уширение. Эффект насыщения. Полевое уширение. Параметр насыщения.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	<b>Тема 2</b> Лазерная генерация и усиление. Усиление и чувствительность квантового усилителя. Влияние насыщения. Чувствительность и энергетические характеристики квантового усилителя. Предельные значения выходной энергии и выходной интенсивности. Амплитудное и фазовое условие генерации. Предельное значение интенсивности генератора.	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	<b>Тема 3.</b> Нелинейно-оптическое преобразование. Природа нелинейной поляризации и распространение волн в нелинейных средах. Генерация второй гармоники. Параметрическое усиление. Фазовое согласование при параметрическом усилении. Параметрическая генерация. Перестройка частот, выходная мощность и насыщение	Всего аудиторных часов		
		1	0	2
		Онлайн		
		0	0	0

	накачки в оптических параметрических генераторах			
7 - 8	<b>Тема 4.</b> Применение лазеров для дистанционного зондирования и идентификации. Физические основы комбинационного рассеяния. Конструктивные особенности рамановского спектрометра. Влияние длины волны на величину сигнала. Ультрафиолетовая и резонансная рамановская спектроскопия. Примеры Standoff-детектирования взрывчатых веществ.	Всего аудиторных часов		
		1	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
9-12	<b>Второй раздел</b>	6	0	6
9 - 10	<b>Тема 5.</b> Спектроскопия индуцированного лазерным излучением пробоя. Физические основы метода и условия наблюдения спектральных линий. Селективность и выбор длины волны изучения. Резонансное увеличение эмиссии. Влияние длительности лазерного импульса на аналитические возможности метода.	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
10 - 11	<b>Тема 6.</b> Лазерно-индуцированная флуоресценция продуктов фотофрагментации. Физические основы метода. Пути внутри- и межмолекулярной релаксации лазерного возбуждения. Примеры практической реализации, предел детектирования.	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	<b>Тема 7.</b> Лазерная спектрометрия подвижности ионов. Физические основы метода. Специфика лазерного ионообразования. Влияние частоты, энергии в импульсе, интенсивности и длины волны лазерного излучения на чувствительность детектирования опасных органических соединений. Лазерная десорбция как метод увеличения обнаружительной способности. Предел детектирования.	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

#### ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	8 Семестр
	<b>Тема 1</b>

	Лазерная генерация и усиление. Усиление и чувствительность квантового усилителя. Влияние насыщения. Чувствительность и энергетические характеристики квантового усилителя. Предельные значения выходной энергии и выходной интенсивности. Амплитудное и фазовое условие генерации. Предельное значение интенсивности генератора.
	<b>Тема 2</b> Нелинейно-оптическое преобразование. Природа нелинейной поляризации и распространение волн в нелинейных средах. Генерация второй гармоники. Параметрическое усиление. Фазовое согласование при параметрическом усилении. Параметрическая генерация. Перестройка частот, выходная мощность и насыщение накачки в оптических параметрических генераторах
	<b>Тема 3</b> Применение лазеров для дистанционного зондирования и идентификации. Физические основы комбинационного рассеяния. Конструктивные особенности рамановского спектрометра. Влияние длины волны на величину сигнала. Ультрафиолетовая и резонансная рамановская спектроскопия.
	<b>Тема 4</b> Спектроскопия индуцированного лазерным излучением пробоя. Физические основы метода и условия наблюдения спектральных линий. Селективность и выбор длины волны изучения. Резонансное увеличение эмиссии. Влияние длительности лазерного импульса на аналитические возможности метода.
	<b>Тема 5</b> Лазерно-индуцированная флуоресценция продуктов фотофрагментации. Физические основы метода. Пути внутри- и межмолекулярной релаксации лазерного возбуждения. Примеры практической реализации, предел детектирования.
	<b>Тема 6</b> Лазерная спектрометрия подвижности ионов. Физические основы метода. Специфика лазерного ионообразования. Влияние частоты, энергии в импульсе, интенсивности и длины волны лазерного излучения на чувствительность детектирования опасных органических соединений. Лазерная десорбция как метод увеличения обнаружительной способности. Предел детектирования.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При проведении лекций используются наглядные формы демонстрации учебного материала в виде презентаций, а также выступление преподавателей, занимающихся исследованиями в области лазерной фотоники и практических применений. Студенты в обязательном порядке посещают лекции ведущих мировых ученых на тему лазерной физики,

фотоники, нанофотоники и наноэлектроники. Проведение семинаров предусматривает проведение дискуссий и выступления студентов с докладами на темы, связанные с применением лазеров в аналитических методах

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-1	З-ПК-1	З, КИ-8
	У-ПК-1	З, КИ-8
	В-ПК-1	З, КИ-8
ПК-2	З-ПК-2	З, КИ-8
	У-ПК-2	З, КИ-8
	В-ПК-2	З, КИ-8
ПК-3.1	З-ПК-3.1	З, КИ-12
	У-ПК-3.1	З, КИ-12
	В-ПК-3.1	З, КИ-12
ПК-7	З-ПК-7	З, КИ-12
	У-ПК-7	З, КИ-12
	В-ПК-7	З, КИ-12

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89		B	
75-84		C	
70-74	4 – «хорошо»	D	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская

			существенных неточностей в ответе на вопрос.
65-69			Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64	3 – «удовлетворительно»	Е	
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 535 С16 Оптика и фотоника. Принципы и применения Т.1 , Долгопрудный: Интеллект, 2012
2. 535 С16 Оптика и фотоника. Принципы и применения Т.2 , Долгопрудный: Интеллект, 2012

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Демонстрационный проектор (Э-207)

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

В курсе изучаются некоторые вопросы, связанные с получением и применением лазерного излучения. При изучении курса от студента требуется в первую очередь обратить внимание на физические механизмы и принципы получения и преобразования лазерного излучения, на физические ограничения, связанные с выходными параметрами излучения.

При изучении второй части курса, в которой излагается спектральные и спектрометрические методики удаленной регистрации и идентификации соединений на основе воздействия на них лазерным излучением, студенту необходимо уделить внимание параметрам излучения, формирующим характеристики регистрирующей аппаратуры, а также понимать, к чему будет приводить их изменение с точки зрения регистрации целевых компонент.

Обучающийся, для успешного освоения данного курса, должен знать:

- высшую математику в соответствии с основными разделами курса высшей математики в университетском объеме;
- разделы курса теоретической физики в части квантовой механики, статистической физики;
- курс общей физики, часть оптика;
- курс физической оптики и основ фотоники,
- курс введения в квантовую радиофизику.

При выполнении практических заданий допускается использование студентами справочных материалов, необходимых для проведения численных расчетов. Допускается использование интернет-ресурсов при работе над заданиями.

Для выполнения лабораторных работ студенты разбиваются на бригады по два (в порядке исключения по три) человека.

На первом занятии происходит инструктаж по технике безопасности, ознакомление с перечнем работ, которые необходимо выполнить в течение семестра, и ознакомление с порядком допуска, выполнения и сдачи работ. На первом же занятии происходит распределение студентов по бригадами (подгруппам), составляется график.

Допуск к выполнению работы предусматривает собеседование со всеми студентами, образующими бригаду, и определяет степень готовности каждого из них к выполнению работы. Собеседование проводится в пределах программы того курса, по которому выполняются работы. Для ориентации направления собеседования в описании к каждой лабораторной работе содержится перечень контрольных вопросов и список рекомендованной литературы. Во время допуска к работе студентам разрешается пользоваться только своим рабочим журналом. Для собеседования по допуску к работам отводятся первые два часа начала занятий. В том случае, если отвечающие студенты не проявили удовлетворительного понимания темы лабораторной работы, они к выполнению работы не допускаются. В оставшееся до конца занятия время они могут изучить необходимую литературу и в конце занятия повторно пройти собеседование. В начале выполнения лабораторной работы студенты совместно с преподавателем подробно изучают установку и затем проводят предусмотренные заданием измерения. Полученные результаты заносятся в лабораторный журнал. Перед тем как выключить установку после проведения всех измерений необходимо результаты показать преподавателю.

Для получения зачета по работе студенты обязаны предъявить отчет, один на всю бригаду. В отчете должны быть представлены: схема установки, таблицы измеренных величин, необходимые расчеты, графики полученных зависимостей, ошибки измерений, заключение по работе, содержащее объяснение полученных результатов и сопоставление этих результатов с теоретическими закономерностями.

Зачет по работе проставляется после заключительного собеседования, на котором уточняются детали теоретического собеседования, выясняется понимание проводимых исследований и полученных результатов, определяется знание характеристик и возможностей лабораторной установки. Прием зачета производится в конце занятия.

Студенты выполнившие, но не сдавшие более одной лабораторной работы к дальнейшим работам не допускаются. Отчеты по лабораторным работам хранятся на кафедре до конца семестра

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Основной акцент при изложении сделан на преобразовании лазерного излучения – получении гармоник и параметрической генерации, имеющем большое практическое значение, и на практическом применении лазеров в системах дистанционного обнаружения различных соединений со спектральной идентификацией. Логически курс разделен на две части.

Первый раздел посвящен изложению физических закономерностей, принципов получения, нелинейного преобразования и усиления лазерного излучения, физическим ограничениям на предельные параметры лазерных генераторов и усилителей.

Второй раздел посвящен физическим основам методов лазерного дистанционного зондирования и идентификации, основным параметрам, классификации и конструктивной реализации современных лазерных лидарных средств, характеристикам и параметрам лазерного излучения, определяющим обнаружительную способность лидарных устройств со спектральным разрешением.

При изложении материала необходимо особое внимание уделить вводным разделам, ориентируясь на уровень полученного материала в течение предыдущего семестра. При владении студентами материалом в части физических механизмов получения лазерной генерации и усиления, соответствующую часть курса можно сократить. Лекции должны сопровождаться наглядным иллюстративным материалом, в частности, с использованием компьютерных технологий. Следует уделить особое внимание практическим расчетам, выполняемым самими студентами при работе над текущими заданиями. Допускается использование студентами справочных материалов, необходимых для проведения численных расчетов. Формулировку практических заданий следует выполнять подробно, а так же допускать использование интернет-ресурсов при работе над заданиями. Текущий контроль успеваемости осуществляется путем тестирования, которое проводится 2 раза в семестр. Ответы на вопросы для текущего контроля должны показывать уверенное владение материалом из соответствующей темы.

Автор(ы):

Котковский Геннадий Евгеньевич, к.ф.-м.н.



