



Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московской области

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Проректор по учебно-методической работе

Н.В. Бабина

2019 г.



*ИНСТИТУТ ТЕХНИКИ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ФАКУЛЬТЕТ
ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ*

КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

**«ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛАЗЕРНОЙ И МИКРОВОЛНОВОЙ
ТЕХНИКИ»**

Специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Специализация: Радиоэлектронная борьба

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

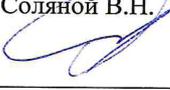
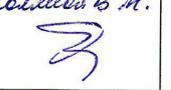
Королев
2019

Автор: к.в.н., доцент Сухотерин А.И. Рабочая программа дисциплины «Физические основы лазерной и микроволновой техники» . – Королев МО: «Технологический университет», 2019.

Рецензент: к.в.н., доцент Воронов А.Н.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки специалистов 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета. Протокол № 7 от 26.03.2019 года.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	к.в.н., доцент Соляной В.Н. 	к.в.н., доцент Соляной В.Н. 	к.в.н., доцент Соляной В.Н. 	
Год утверждения (переутверждения)	2019	2020	2021	
Номер и дата протокола заседания кафедры	№8 от 18.03.19	№10 от 12.05.20	№12 от 11.06.21	

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО



к.в.н., доцент Соляной В.Н.

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переутверждения)	2019	2020	2021			
Номер и дата протокола заседания УМС	№64 от 26.03.19	№9 от 29.06.20	№7 от 15.06.21			

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Целью изучения дисциплины является изучение вопросов, связанных с устройством и построением активных и пассивных узлов микроволнового диапазона частот. При этом рассматриваются вопросы генерирования, усиления, преобразования и излучения радиосигналов СВЧ и оптического диапазона.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции.

ПК-1. Разработка научно-технических проектов, проектирование и сопровождение РТС и РЭС изделий ракетно-космической техники

ПК-2. Эксплуатация радиоэлектронных систем

Основными **задачами** дисциплины являются:

- овладение методами проектирования устройств микроволнового диапазона;
- изучение назначения и принципов действия основных типов генераторов микроволнового диапазона, приобретение навыков работы с измерительными приборами и инструментами и постановки физических экспериментов;
- приобретение навыков моделирования физических процессов и явлений;
- изучение принципов и методов экранировки и защиты от действия радиоволн микроволнового диапазона;
- приобретение способности эффективно применять типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач.

После завершения освоения данной дисциплины студент должен:

Знать:

- ИД-1.1 ПК-1. Руководящие, методические и нормативные технические документы по выпуску технической документации.
- ИД-1.2 ПК-1. Порядок работы с персональной вычислительной техникой, файловой системой, форматы представления электронной графической и текстовой информации.
- ИД-1.1 ПК-2. Виды и содержание эксплуатационных документов.
- ИД-1.2 ПК-2. Передовой отечественный и зарубежный опыт эксплуатации и технического обслуживания электронного оборудования.

Уметь:

- ИД-2.1.ПК-1. Уметь разрабатывать материалы проектной конструкторской документации на РТС и РЭС.
- ИД-2.2. ПК-1.Использовать программные приложения для поиска, обработки и анализа патентной и научно-технической информации, для работы в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», локальной сети.
- ИД-2.1. ПК-2. Уметь организовывать рабочие места персонала, обслуживающего радиоэлектронные системы.
- ИД-2.2. ПК-2. Уметь работать с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных систем.

Владеть:

- ИД-3.1. ПК-1. Владеть навыками по организации совместной работы по проектированию РТС и РЭС со смежными подразделениями.
- ИД-3.2. ПК-1. Разработка плана мероприятий или работы с организациями-исполнителями (соисполнителями) НИР.
- ИД-3.1. ПК-2. Владеть организацией и осуществлением мероприятий по контролю соблюдения эксплуатационной документации по техническому обслуживанию радиоэлектронных систем.
- ИД-3.2. ПК-2. Подготовка предложений по улучшению конструкции, эксплуатации, повышению надежности функционирования радиоэлектронных систем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Физические основы лазерной и микроволновой техники» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, рабочего учебного плана основной образовательной программы подготовки студентов по специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы (уровень специалитета).

Изучение данной дисциплины базируется на изученной ранее дисциплине: «Физика», и компетенциях: ОПК-4,6.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины, являются базовыми при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для студентов очной формы составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр 5
Общая трудоемкость	108	108
Аудиторные занятия	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа	60	60
Курсовые работы (проекты)	-	-
Расчетно-графические работы	-	-
Контрольная работа, домашнее задание	-	-
Текущий контроль знаний	Тест	Тест
Вид итогового контроля	Зачет	Зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час. Очное	Практи- ческие занятия , час. Очное	Лабораторн ые работы, час. Очное	Занятия в интерактив ной форме, час. Очное	Код компетен ций
Тема 1. Ведение. История развития микроволновой техники.	2	4	-	2	ПК-1 ПК-2
Тема 2. Физические основы действия электронных приборов СВЧ. Клистронные усилители и генераторы	2	4	-	2	ПК-1 ПК-2
Тема 3. Магнетрон. Приборы длительного взаимодействия О – типа. Приборы длительного взаимодействия М – типа	2	4	-	2	ПК-1 ПК-2
Тема 4. Полупроводниковые СВЧ приборы. Диоды с неустойчивостью объемного заряда	2	4	-	2	ПК-1 ПК-2
Тема 5. Предельная чувствительность приемников электромагнитного излучения. Физические основы квантового усиления и генерирования электромагнитных колебаний	2	4	-	2	ПК-1 ПК-2
Тема 6. Квантовые парамагнитные усилители. Квантовые пучковые генераторы. Квантовые стандарты частоты	2	4	-	2	ПК-1 ПК-2
Тема 7. Газовые и жидкостные лазеры.	2	4	-	2	

Лазеры на твердом теле					
Тема 8. Управление лазерным излучением Области применения, проблемы и перспективы развития электронных приборов СВЧ и квантовых приборов. Области применения, проблемы и перспективы развития электронных приборов СВЧ и квантовых приборов	2	4	-	2	ПК-1 ПК-2
Итого:	16	32	-	16	

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Введение. История развития микроволновой техники.

Особенности диапазона СВЧ. Социальные и экономические аспекты освоения СВЧ диапазона.

Тема 2. Физические основы действия электронных приборов СВЧ. Клистронные усилители и генераторы

Наведенный ток. Динамическое управление электронным потоком. Отбор кинетической энергии от электронных сгустков. Двух резонаторный пролетный усилитель. Многорезонаторный клистрон. Отражательный клистрон. Клистронный генератор. Клистронный умножитель частоты.

Тема 3. Магнетрон. Приборы длительного взаимодействия О – типа. Приборы длительного взаимодействия М – типа

Формирование спиц в многорезонаторном магнетроне. Критический режим работы. Синхронизация скоростей в магнетроне. Технические характеристики магнетронных генераторов. Физические принципы длительного взаимодействия электронных сгустков с электромагнитной волной. Устройство ЛБВ - О. Технические характеристики ЛБВ - О. Дисперсия волн в замедляющих структурах. Принцип действия и устройство ЛОВ О - типа. Технические

характеристики ЛОВ - О. Твистрон: принцип действия, устройство, характеристики. Физические принципы действия ЛБВ и ЛОВ М - типа. Устройство и технические характеристики. Амплитрон: особенности устройства, технические характеристики. Стабилотрон: особенности устройства, технические характеристики.

Тема 4. Полупроводниковые СВЧ приборы. Диоды с неустойчивостью объемного заряда

Транзисторы СВЧ: типы, особенности действия, характеристики. Туннельные диоды: особенности действия, характеристики. Твердотельные СВЧ приборы с размножением электронов: лавинно-пролетные диоды. Энергетическая диаграмма электронных состояний. Формирование электронных доменов, объемная неустойчивость. Эффект Ганна. Диод Ганна: устройство, технические характеристики.

Тема 5. Предельная чувствительность приемников электромагнитного излучения. Физические основы квантового усиления и генерирования электромагнитных колебаний

Электромагнитные шумы земного и космического происхождения. Некогерентный и когерентный методы приема сигналов. Теоретический предел чувствительности приемников. Статистический закон распределения квантовых микрочастиц ансамбля по энергетическим состояниям. Спонтанное и индуцированное излучение. Квантовое взаимодействие излучения с веществом: пассивные и активные среды. Эффект квантового усиления. Принципы построения квантового усилителя. Энергетические спектры парамагнитных атомов при действии эффекта Зеемана.

Тема 6. Квантовые парамагнитные усилители. Квантовые пучковые генераторы. Квантовые стандарты частоты

Виды КПУ. Принципы действия. Резонаторные КПУ: устройство и технические характеристики. КПУ бегущей волны: устройство и технические

характеристики. Генераторы на пучке молекул аммиака: устройство. Штарковская сортировка молекул пучка по состояниям. Технические характеристики аммиачного пучкового генератора. Квантовые стандарты частоты. Стабильность и воспроизводимость частоты КСЧ. Устройство и технические характеристики КСЧ на парах цезия, рубидия, на водороде.

Тема 7. Газовые и жидкостные лазеры. Лазеры на твердом теле

Особенности достижения и реализации эффекта квантового усиления в оптическом диапазоне. Открытые оптические резонаторы. Спектр собственных частот. Типы газовых лазеров. Гелий-неоновый лазер: способы накачки, устройство, технические характеристики. Молекулярные СО и СО₂ лазеры: особенности действия, устройство и технические характеристики. Электроионизационные газодинамические лазеры: принцип действия, устройство, технические характеристики. Химические лазеры: принцип действия, устройство, технические характеристики.

Принцип действия лазера на органических красителях. Накачка и режимы работы лазера. Устройство и технические характеристики. Принципы действия твердотельных лазеров. Рубиновый лазер: устройство и характеристики. Лазер на стекле с неодимом: устройство и характеристики. Лазер на гранатах, легированных редкоземельными элементами. Полупроводниковые лазеры. Принцип действия, устройства, характеристики.

Тема 8. Управление лазерным излучением Области применения, проблемы и перспективы развития электронных приборов СВЧ и квантовых приборов. Области применения, проблемы и перспективы развития электронных приборов СВЧ и квантовых приборов

Способы модуляции лазерного излучения. Электрооптические модуляторы. Магнитооптические модуляторы. Акустооптические модуляторы. Лазеры с модуляцией добротности. Стабилизация и перестройка лазерного излучения. Угловое сканирование излучения. Управление излучением с использованием эффекта обращения волнового фронта. Устройство модуляторов и сканеров.

Применение ЭП СВЧ в технике связи, локации, энергетике, в быту, в военном деле. Развитие мирового лазерного рынка. Применение лазеров в системах связи, локации, навигации, записи, хранении и обработке информации, в военном деле. Экологические проблемы использования излучений СВЧ и оптического диапазонов.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

«Методические указания для самостоятельной работы обучающихся по освоению дисциплины» представлены в Приложении 2.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Структура фонда оценочных средств приведена в Приложении 1.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Волоконные технологические лазеры: учеб. пособие / [н/д]. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. - 52: нет. - ISBN ----. - Электронная программа (визуальная). Электронные данные: электронные. URL: <https://lib.rucont.ru/efd/287539>.
2. Борейшо, А. С. Лазеры: устройство и действие [Электронный ресурс] / Борейшо А. С., Ивакин С. В. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 304 с. - Рекомендовано УМО вузов РФ по образованию в области приборостроения и оптотехники для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавриата «Лазерная техника и лазерные технологии», «Фотоника и оптоинформатика». - ISBN 978-5-8114-2088-9. URL: <https://e.lanbook.com/book/167409>.
3. Прошкин, С. С. Математика для решения физических задач [Электронный ресурс] / Прошкин С. С. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 384 с. - Допущено НМС по физике Министерства образования и науки РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по техническим и технологическим направлениям: «Электроэнергетика и электротехника», «Ядерная энергетика и теплофизика», «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», «Технологические

машины и оборудование», «Приборостроение», «ОпTOTехника», «Лазерная техника и лазерные технологии», «Фотоника и оптоинформатика», «Мехатроника и робототехника», «Техническая физика», «Биотехнология», «Продукты питания из растительного сырья», «Продукты питания животного происхождения». - ISBN 978-5-8114-1670-7. URL: <https://e.lanbook.com/book/168721>.

4. Ю.Л. Козирацкий, Е.М. Афанасьева, А.И. Гревцев, А.А. Донцов, А.В. Иванцов, А.Ю. Козирацкий, П.Е. Кулешов, А.В. Кусакин, М.Л. Паринов, В.Д. Попело, Д.В. Прохоров «Обнаружение и координатометрия оптико-электронных средств, оценка параметров их сигналов» / М: Издательство «Радиотехника», 2015 г. – 456 стр.: ил. ISBN 978-5-93108-109-0

Дополнительная литература:

1. Шаньгин, В.Ф. Комплексная защита информации в корпоративных системах : учеб. пособие. - М. : ИД "ФОРУМ" : ИНФРА-М, 2013 г.;
2. Мельников, Д.А. Информационная безопасность открытых систем: учебник. - М.: ФЛИНТА, 2013 г.;
3. Грибунин, В.Г. Комплексная система защиты информации на предприятии : учеб. пособие. - М.: Академия ИЦ, 2009 г.;
4. Ворона В.А., Тихонов В.А. Концептуальные основы создания и применения системы защиты объектов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2013 г.;
5. Чипига, А.Ф. Информационная безопасность автоматизированных систем : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям в обл. информ. безопасности - М. : Гелиос АРВ, 2010 г.;
6. Васильков А.В., Васильков А.А., Васильков И.А. Информационные системы и их безопасность: учебное пособие. - М.: ФОРУМ, 2013 г.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

1. <http://eup.ru> – научно - образовательный портал.
2. <http://znaniyum.com> – образовательный портал
3. <http://www.academy.it> – академия АЙТИ

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2 к настоящей рабочей программе.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: MSOffice, PowerPoint.

Информационные справочные системы:

1. Ресурсы информационно-образовательной среды;
2. Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине: «Физические основы лазерной и микроволновой техники».

Ресурсы информационно-образовательной среды МГОТУ:

Рабочая программа и методическое обеспечение по курсу «Физические основы лазерной и микроволновой техники».

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект электронных презентаций / слайдов.

Практические занятия:

- компьютерный класс с проектором для интерактивного обучения и проведения лекции в форме слайд-презентации, оборудованный современными лицензионными программно-техническими средствами: операционная система не ниже Windows 7, офисные программы MSOffice;
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в глобальную сеть Интернет ;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в глобальную сеть Интернет.

*ИНСТИТУТ ТЕХНИКИ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ФАКУЛЬТЕТ
ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ*

КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ**

**«ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛАЗЕРНОЙ И МИКРОВОЛНОВОЙ
ТЕХНИКИ»**

Специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Специализация: Радиоэлектронная борьба

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

Королев
2019

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся должен:		
				знать	уметь	владеть
1	ПК-1	Разработка научно-технических проектов, проектирование и сопровождение РТС и РЭС изделий ракетно-космической техники	Тема 1-8	<p>ИД-1.1 ПК-1. Руководящие, методические и нормативные технические документы по выпуску технической документации.</p> <p>ИД-1.2 ПК-1. Порядок работы с персональной вычислительной техникой, файловой системой, форматы представления электронной графической и текстовой информации.</p>	<p>ИД-2.1. ПК-1. Уметь разрабатывать материалы проектной конструктивной документации на РТС и РЭС.</p> <p>ИД-2.2. ПК-1. Использовать программные приложения для поиска, обработки и анализа патентной и научно-технической информации, для работы в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», локальной сети.</p>	<p>ИД-3.1. ПК-1. Владеть навыками по организации совместной работы по проектированию РТС и РЭС со смежными подразделениями.</p> <p>ИД-3.2. ПК-1. Разработка плана мероприятий или работы с организациями исполнителями (соисполнителями) НИР.</p>

2	ПК-2	Эксплуатация радиоэлектронных систем	Тема 1-8	<p>ИД-1.1 ПК-2. Виды и содержание эксплуатационных документов.</p> <p>ИД-1.2 ПК-2. Передовой отечественный и зарубежный опыт эксплуатации и технического обслуживания электронного оборудования</p>	<p>ИД-2.1. ПК-2. Уметь организовывать рабочие места персонала, обслуживающего радиоэлектронные системы.</p> <p>ИД-2.2. ПК-2. Уметь работать с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных систем.</p>	<p>ИД-3.1. ПК-2. Владеть организацией и осуществлением мероприятий по контролю соблюдения эксплуатационной документации по техническому обслуживанию радиоэлектронных систем.</p> <p>ИД-3.2. ПК-2. Подготовка предложений по улучшению конструкции, эксплуатации, повышению надежности функционирования радиоэлектронных систем.</p>
---	-------------	--------------------------------------	----------	---	--	--

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Показатель оценивания компетенции	Критерии оценки
ПК-1,2	Тест	А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 5 баллов	Проводится устно с использованием мультимедийных систем, а также с использованием технических средств

		<p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> •компетенция освоена на продвинутом уровне – 4 балла; •компетенция освоена на базовом уровне – 3 балла; <p>В) не сформирована (компетенция не освоена) – 2 и менее баллов</p>	<p>Время, отведенное на процедуру – 10 - 15 мин. Неявка – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Соответствие представленной презентации заявленной тематике (1 балл). 2.Качество источников и их количество при подготовке доклада и разработке презентации (1 балл). 3.Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл). 4.Качество самой представленной презентации (1 балл). 5.Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл). <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
--	--	---	--

3. **Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Вопросы, выносимые на тестирование

ПК-1: Разработка научно-технических проектов, проектирование и сопровождение РТС и РЭС изделий ракетно-космической техники

ПК-2: Эксплуатация радиоэлектронных систем

Вопросы открытого типа

Какой основной элемент обязательно присутствует в конструкции лазера любого типа?

Правильный вариант: Система накачки

Когда были созданы первые приборы, работающие по лазерному принципу?

Правильный вариант: 1954 г.

Какой термин, из перечисленных ниже, допускается ГОСТ-ом к применению для обозначения лазерных приборов?

Правильный вариант: Мазер

На каком веществе работал первый мазер?

Правильный вариант: Метан

Пороговое условие стационарной генерации лазера определяется:

Правильный вариант: Равенством коэффициента усиления активной среды сумме полезных и вредных потерь резонатора.

Какие виды переходов из основного в возбужденное состояние возможны в системе частиц, обладающих двумя уровнями энергии?

Правильный вариант: Безизлучательные и спонтанные.

Угловая расходимость луча лазера равна 10^{-4} радиан. Чему равна угловая расходимость этого луча, измеренная в угловых секундах?

Правильный вариант: 20

Почему атомную систему, усиливающую проходящий через нее свет, при использовании распределения Больцмана можно считать системой, находящейся при отрицательной температуре?

Правильный вариант: Число частиц на верхнем энергетическом уровне больше, чем на нижнем.

Пороговое условие стационарной генерации лазера определяется:

Правильный вариант: Равенством коэффициента усиления активной среды сумме полезных и вредных потерь резонатора.

Нестационарная генерация лазера при импульсной накачке или после включения лазера с непрерывной накачкой возникает при выполнении условия:

Правильный вариант: Превышения коэффициента усиления активной среды сумме полезных и вредных потерь резонатора.

Вопросы закрытого типа

Естественная ширина спектральной линии лазерного перехода CO_2 лазера составляет 50 МГц. Чему равно среднее время нахождения частиц в данном возбужденном состоянии?

1. $2 \cdot 10^{-8}$ сек.
2. $3,2 \cdot 10^{-9}$ сек.
3. $6,28 \cdot 10^{-8}$ сек.
4. $3,14 \cdot 10^{-9}$ сек.

Правильный вариант: 1.

Ответить на вопрос (какой из вариантов правильный?): Активная среда лазера работает по трехуровневой схеме накачки. При переходах между какими уровнями среды может происходить лазерная генерация?

1. $3 \rightarrow 2$.
2. $2 \rightarrow 3$.
3. $3 \rightarrow 1$.
4. $2 \rightarrow 1$.

Правильный вариант: 4.

Активная среда лазера работает по трехуровневой схеме накачки. Между какими уровнями осуществляют накачку среды?

1. $1 \rightarrow 2$.
2. $2 \rightarrow 3$.
3. $1 \rightarrow 3$.
4. $2 \rightarrow 1$.

Правильный вариант: 3.

Взаимодействие света с веществом имеет принципиально вероятностный характер. В квантовой теории взаимодействия света и вещества вводится понятие вероятности перехода, которое отличается от понятия вероятности, используемого в математике. Какова размерность физической величины «вероятность перехода», используемой в лазерной физике?

1. Не имеет размерности.
2. сек.
3. сек⁻¹.
4. сек².

Правильный вариант: 3.

Активная среда лазера работает по четырехуровневой схеме накачки. При переходах между какими уровнями среды обычно происходит лазерная генерация?

1. 3 → 2.
2. 4 → 1.
3. 3 → 1.
4. 2 → 1.

Правильный вариант: 1.

Активная среда работает по трехуровневой схеме накачки. Концентрация активных частиц среды равна n . Каковы должны быть населенности энергетических уровней n_1 , n_2 , n_3 для получения усиления в среде?

1. $n_2 > n/2$.
2. $n_1 > n/2$.
3. $n_3 > n_1$.
4. $n_3 > n_2$.

Правильный вариант: 1.

По каким параметрам световой квант вынужденного излучения отличается от возбуждающего кванта?

1. По направлению.
2. По поляризации.
3. По частоте.
4. Не отличается от возбуждающего кванта.

Правильный вариант: 4.

Как связана объемная плотность излучения U с потоком энергии Φ в световой трубке сечением ds ?

1. $\Phi = Ucds$.
2. $\Phi = Ucds/n$.
3. $\Phi = Uc$.
4. $\Phi = U$.

Правильный вариант: 3.

При переходе светового потока из среды в вакуум какая из величин, характеризующих световую волну, сохраняется?

1. Длина волны λ .
2. Частота ν .
3. Фазовая скорость волны.
4. Отношение λ/n , где n – показатель преломления среды.

Правильный вариант: 2.

Как связаны друг с другом объемная спектральная плотность излучения, измеренная в шкале длин волн и в шкале частот?

1. $U(\nu) = U(\lambda)$.
2. $U(\nu) = (\lambda/c)U(\lambda)$.
3. $U(\nu) = (\lambda^2/c)U(\lambda)$.
4. $U(\nu) = (\lambda/c^2) U(\lambda)$.

Правильный вариант: 3.

Лазер излучает световой луч кругового поперечного сечения с малой угловой расходимостью α . В каком телесном угле Ω (стерадиан) испускает излучение этот лазер?

1. $\Omega = \alpha$.
2. $\Omega = \alpha^2$.
3. $\Omega = \pi \alpha^2$.
4. $\Omega = 2\pi \cos\alpha$.

Правильный вариант: 3.

Чему равна размерность коэффициента Эйнштейна для спонтанного перехода A_{ij} ?

1. сек.
2. 1/сек.
3. Вт/м³.
4. м³/(Дж сек).

Правильный вариант: 2.

Чему равна размерность коэффициента Эйнштейна для вынужденного перехода B_{ij} ?

1. сек.
2. 1/сек.
3. Вт/м³.
4. м³/(Дж сек).

Правильный вариант: 4.

Какова размерность величины «плотность излучения»?

1. Дж/м².
2. Дж/ Гц.
3. Дж/сек .
4. Дж/м³

Правильный вариант: 4.

Разность энергий между двумя уровнями некоторого вещества равна 1 эВ. Оцените порядок частоты излучения, возникающего при переходе частицы с верхнего на нижний уровень этого вещества.

1. $2,4 \cdot 10^{14}$ Гц.
2. $2,4 \cdot 10^{15}$ Гц.
3. $1,2 \cdot 10^{16}$ Гц.
4. $2,4 \cdot 10^{12}$ Гц.

Правильный вариант: 1.