

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 № 6

Рабочая программа дисциплины

«Физика лазеров»

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки
02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

Профиль подготовки
«Информационные системы и технологии»

Квалификация
бакалавр

Форма обучения
очная

Нижний Новгород

2023

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физика лазеров» относится к дисциплинам по выбору вариативной части профессионального цикла образовательной программы по направлению бакалавриата 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», профиль «Информационные системы и технологии», преподается в 8 семестре.

Целью освоения дисциплины является формирование у студента современного представления о физических процессах в оптических квантовых генераторах. Особое внимание уделяется характеристикам лазерного излучения и методам управления.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции Код компетенции (код компетенции, этап формирования)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-1 – Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям Этап формирования базовый	З-1. Знать методы решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности в области физики лазеров З-2. Знать способы методов сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований в области физики лазеров У-1. Уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности в области физики лазеров У-2. Уметь формировать выводы по научным исследованиям в области физики лазеров В-1. Владеть опытом решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности в области физики лазеров. В-2. Владеть опытом формирования выводов по научным исследованиям в области физики лазеров

3. Структура и содержание дисциплины «Физика лазеров».

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 23 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (22 часа - занятия лекционного типа, 1 час – мероприятия промежуточного контроля), 49 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Формируемые компетенции Код компетенции (код компетенции, этап формирования)	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Введение. Рабочая среда. Создание инверсии населённости.	6	2			2	4
Усиление. Условие порога генерации. Полезные и вредные потери.	6	2			2	4
Оптический резонатор. Продольные и поперечные моды. Спектральные и пространственные характеристики лазерного излучения. Селективные резонаторы.	13	4			4	9
Гауссовы пучки. Устойчивость резонатора. Дифракционные потери в открытых резонаторах.	10	2			2	8
Динамика осцилляций в лазерной системе. Режим свободной генерации.	6	2			2	4
Управление временными характеристиками генерации. Методы активной и пассивной модуляции добротности резонатора.	14	4			4	10
Атомарные, ионные и молекулярные лазеры.	6	2			2	4
Элементная база оптических квантовых генераторов.	10	4			4	6
В т.ч. текущий контроль	1	1			1	
Промежуточная аттестация – зачёт						

4. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины используется основная образовательная технология: проблемный метод изложения материала с наглядной демонстрацией изучаемых систем с помощью мультимедийных средств обучения. Лекционный материал дополняется наглядной демонстрацией оптико-измерительных систем и их элементов на базе оборудования научно-исследовательских лабораторий кафедры.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды:

- разбор лекционного материала,
- изучение дополнительных разделов дисциплины с использованием учебной литературы,
- подготовка к аттестации

Текущий контроль усвоения моделей и понятий проводится путем проведения тестовых опросов непосредственно в процессе изложения материала

Примеры тестовых контрольных вопросов:

1. Спонтанное и вынужденное излучения. Вероятности переходов.
2. 3-х и 4-х уровневые схемы накачки.
3. Эффективные сечения излучения и поглощения.
4. Усиление. Насыщение усиления.
5. Продольные моды резонатора. Спектр генерации.
6. Поперечные моды резонатора. Расходимость лазерного пучка.
7. Однородное, неоднородное уширение линии рабочего перехода.
8. Активная среда. Газовые атомные и молекулярные лазеры.
9. Оптическая накачка. Когерентная и некогерентная накачка. Продольная и поперечная схемы накачки.
10. Твердотельные лазеры. Безызлучательная релаксация.
11. Лазеры с широкой полосой спектра усиления. Методы перестройки частоты генерации.
12. Стационарный режим генерации. Условие порога генерации.
13. Гауссовы пучки. Условие устойчивости резонатора.
14. Дифракционные потери. Неустойчивые резонаторы.
15. Нестационарный режим генерации. Скоростные уравнения Статца-де Марса.
16. Методы управления временными характеристиками генерации.
17. Элементная база оптических квантовых генераторов.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

включающий:

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

ПК-1 способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
Знать 1. методы	Полное отсутствие	Наличие грубых	Знание основных	Знание основных	Знание основных	Знание основных	Всестороннее знание способов,

решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности в области физики лазеров. 2. способы методов сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований в области физики лазеров	е знания методик	ошибок в методиках	методик с рядом негрубых ошибок	методик с рядом заметных погрешностей	методик с незначительными погрешностями	методик	методов и приемов саморазвития при изучении лазерной спектроскопии
Уметь 1. решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности в области физики лазеров 2. формировать выводы по научным исследованиям в области физики лазеров	Полное отсутствие требуемых умений	Фрагментарные умения применять способы, методы саморазвития при изучении лазерной спектроскопии	Минимально допустимый уровень умения применять способы, методы саморазвития при изучении лазерной спектроскопии	Сформированное в целом умение применять способы, методы саморазвития при изучении лазерной спектроскопии	Умение применять методы саморазвития при изучении лазерной спектроскопии	Умение применять на практике способы, методы саморазвития при изучении лазерной спектроскопии	Всестороннее умение применять способы, методы саморазвития при изучении лазерной спектроскопии и использовать их в профессиональной деятельности
Владеть 1. опытом	Полное отсутствие навыков	Фрагментарные навыки использования	Наличие минимальных навыков	Посредственное владение навыками	Достаточное владение навыками	Хорошее владение навыками	Всестороннее владение навыками

решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности в области физики лазеров. 2. опытом формирования выводов по научным исследованиям в области физики лазеров		я творческого потенциала, полученного при изучении лазерной спектроскопии	использования творческого потенциала, полученного при изучении лазерной спектроскопии	использования творческого потенциала, полученного при изучении лазерной спектроскопии	использования творческого потенциала, полученного при изучении лазерной спектроскопии	использования творческого потенциала, полученного при изучении лазерной спектроскопии	использования творческого потенциала, полученного при изучении лазерной спектроскопии для решения профессиональных задач
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	21 – 50 %	51 – 70%	71-80%	81 – 90%	91 – 99%	100%

6.2. Описание шкал оценивания

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способность студентов использовать полученные знания для постановки и решения конкретных научных задач
- готовность и умение использования новейших достижений в области лазерной спектроскопии при решении задач информационных технологий.

Зачёт проводится в устной форме и заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Результатом проверки усвоения студентом материала является выставление студенту положительной оценки. При отсутствии соответствующего уровня знаний и навыков студент не аттестовывается.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются: индивидуальное собеседование, тестовые контрольные вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений используется индивидуальное собеседование, тестовые вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде владений используются: индивидуальное собеседование, тестовые контрольные задачи.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Вероятности переходов спонтанного и вынужденного излучения и поглощения. Эффективные сечения переходов.
2. Распределение населённости по энергетическим состояниям атомов (ионов) при термодинамическом равновесии.
3. Уравнения баланса населённости 3-х уровневой схемы рабочих переходов.
4. Квантовый выход. Дифференциальный коэффициент полезного действия лазеров.
5. Насыщение в лазере с однородно уширенным контуром усиления.
6. Продольные и поперечные моды резонатора. Временная и пространственная когерентность лазерного излучения.
7. Вероятность внутри центровых безызлучательных переходов в ионах.
8. Резонатор Фабри-Перо. Основные характеристики.
9. Пичковый режим генерации. Причины нестационарного режима генерации.
10. Модуляция добротности резонатора.
11. Преобразование частоты генерации в нелинейных кристаллах.
12. Оптические системы управления пространственными характеристиками лазерного излучения.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
«Физика лазеров »**

а) основная литература:

1. Карлов Н.В. *Лекции по квантовой электронике* - М.: «Наука», 1988, 324с. (4)

б) дополнительная литература:

1. Звелто О. «Принципы лазеров» СПб.: М.: Краснодар: «Лань», 2008г. – 720с.(6)
2. В.И.Дудкин, Л.Н.Пахомов «Квантовая электроника. Приборы и их применения» // Техносфера, 2006. – 432с. (1)
3. Савикин А.П., Егоров А.С. Перестраиваемые лазеры на халькогенидах, легированных ионами группы железа: Учебно-методическое пособие. // Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. – 55с. (Фонд электронных ресурсов ННГУ, № 815.14.04) (0)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обучения дисциплине имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО для бакалавриата 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

Автор _____ доцент Савикин А.П.

Рецензент _____ профессор Шкелев Е.И.

Заведующий кафедрой _____ профессор Бельков С.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от 25 мая 2023, протокол № 04/23.