



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЁМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись)

« 21 » 01

Голик С.С.

(Ф.И.О.)

2022 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента

(подпись)

Короченцев В.В.

(Ф.И.О.)

« 1 » 01 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика и технология приборов квантовой электроники и фотоники

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Фундаментальная и прикладная физика (совместно с НИУ ВШЭ, г. Москва)

Форма подготовки очная

курс 4 семестр 7,8

лекции 120 час.

практические занятия 150 час.

лабораторные работы не предусмотрено

в том числе с использованием МАО лек. - / пр. - / лаб. - час.

всего часов аудиторной нагрузки 270 час.

в том числе с использованием МАО - час.

самостоятельная работа 108 час.

в том числе на подготовку к экзамену 90 час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрен

зачет 7,8 семестр

экзамен 7,8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г. №891.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики

протокол № 1 от « 11 » 10 2021 г.

Директор департамента к.х.н., доцент, Короченцев В.В.

Составитель (ли): к.ф.-м.н., доцент Голик С.С.

Владивосток

2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: изучение физических основ, принципов работы, типовых конструкций и эксплуатационных параметров приборов квантовой электроники и фотоники.

Задачи:

- рассмотреть процессы эмиссии излучения из твердых тел, а также вводятся параметры, описывающие эмиссию, как с позиции феноменологической модели взаимодействия света и вещества, так и позиции дипольной модели атома.

- изучить процессы, приводящие к релаксации энергии атомной системы, дано их математическое описание. Сравнение различных схем накачки показывает перспективность четырехуровневой схемы.

- изучить свойства оптического резонатора, рассмотрены свойства продольных и аксиальных мод, их расположение в спектре собственных частот резонатора.

- рассмотреть основные свойства плоского волновода и его применимость для распространения света. Провести анализ прохождения света через анизотропный кристалл, показан эффект двулучепреломления, используемого для модуляции оптического излучения.

ознакомление с энергетическими диаграммами, составами рабочего вещества, параметрами лазеров и особенности их работы, использующие в качестве рабочего вещества газы, жидкости и твердые тела, в том числе полупроводники.

Для успешного изучения дисциплины «Физика и технология приборов квантовой электроники и фотоники» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- ПК-1.1. Анализирует способы определения видов и типов профессиональных задач, структурирования задач различных групп;

- ПК-1.2. Выбирает наиболее эффективные методы решения основных

типов задач, встречающихся в физике

- ОПК-2.1. Применяет базовые методы научных исследований физических объектов, систем и процессов.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные компетенции (элементы компетенций):

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Определяет роль и значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации;
Научно-исследовательский	ПК-8 Способен использовать физические модели и методы исследований при решении теоретических и прикладных задач	ПК-8.1 Анализирует и выбирает наиболее эффективные физические модели и методы исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач;

	ПК-9 Способен использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	ПК-9.1 Выбирает необходимые базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач
--	--	---

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
УК-1.1 Определяет роль и значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации;	Знает значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации
	Умеет использовать теоретические основы информационных процессов преобразования информации
	Владеет информационными технологиями, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации
ПК-8.1 Анализирует и выбирает наиболее эффективные физические модели и методы исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач;	Знает эффективные физические модели и методы исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач
	Умеет применять эффективные физические модели и методы исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач
	Владеет методами исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач
ПК-9.1 Выбирает необходимые базовые теоретические знания фундаментальных разделов	Знает необходимые базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач
	Умеет применять базовые теоретические

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач
	Владеет теоретическими знаниями фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зачётных единиц (252 академических часа) в 7 семестре и 6 зачётных единиц (216 академических часа) в 8 семестре.

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	СР	Контроль	
1	Эмиссия излучения из твердых тел	7	30		40	58	54	ПР-15
2	Распространение и преобразование лазерного излучения		30		40			ПР-15

3	Квантовые приборы оптического диапазона	8	30		35	50	36	ПР-15
4	Фотоприемники оптического излучения		30		35			ПР-15
	Итого:		120		150	108	90	

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (120 час.)

Раздел 1. Эмиссия излучения из твердых тел (30 час.)

Тема 1. Описание излучательных процессов. (5 час.)

Квантовая эффективность. Способы возбуждения полупроводников. Флюоресценция. Фосфоресценция. Люминесценция.

Тема 2. Зависимость эмиссии от уровня легирования. (5 час.)

Спектр излучения твердого тела. Сдвиг Франка-Кордона. Скорость излучательной рекомбинации.

Тема 3. Спонтанное и вынужденное излучения атома. (5 час.)

Спонтанное излучение. Вынужденное излучение. Поглощение. Стимулированное излучение твердых тел.

Тема 4. Принцип создания генератора света. (5 час.)

Коэффициент усиления. Коэффициент обратной связи. Интенсивность насыщения.

Тема 5. Возбуждение активного вещества. (5 час.)

Способы возбуждения активного вещества. Уравнения баланса. Двухуровневая схема накачки. Трехуровневая схема накачки. Четырехуровневая схема накачки.

Тема 6. Оптические резонаторы. (5 час.)

Моды и собственные частоты. Плотность собственных частот резонатора. Спектр собственных частот открытого резонатора. Аксиальные типы колебаний. Многочастотность резонатора. Добротность резонатора. Потери в резонаторе.

Раздел 2. Распространение и преобразование лазерного излучения (30 час)

Тема 7. Отражение, преломление и рефракция света. (5 час.)

Индекс рефракции. Поперечная электрическая волна. Продольная электрическая волна. Соотношение Френеля. Угол Брюстера. Полное внутреннее отражение.

Тема 8. Рассеяние света. (5 час.)

Релеевское рассеяние. Комптоновское рассеяние. Рамановское рассеяние. Стоксовое смещение. Антистоксовое смещение.

Тема 9. Планарный диэлектрический волновод. (5 час.)

Световоды. Волновая мода. Удельная разность показателей преломления. Скорость распространения волновой моды.

Тема 10. Электромагнитные волны в диэлектрических кристаллах. (5 час.)

Проекция тензора диэлектрической непроницаемости. Собственные значения тензора диэлектрической непроницаемости. Оптически активный кристалл.

Тема 11. Оптическая индикатриса. (5 час.)

Оптическая индикатриса кристалла. Оптическая ось (бинормаль) кристалла. Оптическая анизотропия.

Тема 12. Применение двулучепреломления в квантовой электронике и фотонике. (5 час.)

Жидкокристаллическая ячейка отображения информации. Жидкокристаллические модуляторы. Дефлекторы оптического излучения. Интегрально-оптические элементы.

Раздел 3. Квантовые приборы оптического диапазона (30 час)

Тема 13. Твердотельные лазеры. (6 час.)

Оксидные лазеры. Фторидные кристаллы. Активные примеси в кристаллах. Суммарный КПД твердотельных лазеров.

Тема 14. Газовые лазеры. (6 час.)

Газоразрядная активная среда. Атомные лазеры на парах металлов. Ионные лазеры. Молекулярные газовые лазеры.

Тема 15. Жидкостные лазеры. (6 час.)

Органические красители. Полимерные красители. Ксантеновые красители. Кумариновые красители. Сцинтилляционные красители.

Тема 16. Полупроводниковые лазеры. (6 час.)

Принцип работы полупроводникового лазера. Лазеры с электронным возбуждением. Лазеры с оптической накачкой. Пороговое напряжение.

Тема 17. Применение нанобъектов в конструкции полупроводниковых лазеров. (5 час.)

Размытость области рекомбинации. Излучательная рекомбинация. Потери на перепоглощение. Дифракция Вульфа-Брэгга.

Раздел 4. Фотоприемники оптического излучения (30 час)

Тема 18. Общие сведения о фотоприемниках. (6 час.)

Спектральная фоточувствительность. Минимально различимый сигнал. Эквивалентная мощность шума. Обнаружительная способность. Инертность фотоприемника.

Тема 19. Классификация и технические характеристики фотодетекторов. (6 час.)

Тепловые приемники. Болометры. Термоэлектрические фотоприемники. Пироэлектрические приемники.

Тема 20. Фоторезисторы. (6 час.)

Параметры характеризующие фотопроводимость. Примесная фотопроводимость. Монополярная фотопроводимость. Квантовый выход фотоэффекта. Неоднородная генерация.

Тема 21. Фотовольтаические эффекты в полупроводниках. (6 час.)

Дрейфовая и диффузная компонента плотности тока. Однородный полупроводник. Примесное освещение. Обратные токи.

Тема 22. Разновидности фотовольтаических приемников. (6 час.)

Фотодиоды на инвертированной МДП структуре. Лавинные фотодиоды. PIN диоды. Фотодиоды на варизонной структуре.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практические занятия (150 час.)

Практическое занятие 1. Изучение излучательных процессов твердых тел (30 час.)

В данной работе студенты рассчитывают квантовую эффективность излучения твердых тел.

Практическое занятие 2. Изучение зависимости эмиссии от уровня легирования (20 час.)

В данной работе студенты рассчитывают спектр излучения твердого тела, сдвиг Франка-Кордона и скорость излучательной рекомбинации.

Практическое занятие 3. Изучение принципа генерации света (20 час.)

В данной работе студенты изучают принципы генерации света, рассчитывают коэффициент усиление оптического генератора, коэффициент обратной связи и интенсивность насыщения для различных типов квантовых генераторов.

Практическое занятие 4. Исследование особенностей возбуждения активного вещества (20 час.)

В данной работе студенты исследуют различные схемы возбуждения активного вещества и способов его накачки.

Практическое занятие 5. Исследование оптических свойств открытых резонаторов. (20 час.)

В данной работе студенты рассчитывают собственные частоты для различных типов оптических резонаторов, добротность различных типов резонаторов и потери в них.

Практическое занятие 6. Измерение оптических свойств волн в результате рассеяния (20 час.)

В данной работе студенты рассчитывают оптические свойства волн в результате релеевского, комптоновского, рамановского рассеяния. Определяют стоксово и антистоксово смещение.

Практическое занятие 7. Распространение излучение в планарном диэлектрическом световоде (20 час.)

В данной работе студенты рассчитывают свойства оптических волн распространяемых в планарном диэлектрическом световоде.

Задания для самостоятельной работы (108 час.)

Требования: После каждого практического занятия обучающемуся необходимо обработать полученные результаты, построить графики зависимостей измеряемых величин, рассчитать требуемые величины и построить рассчитанные графики, объяснить их поведение и сделать правильные выводы.

Домашние задания к практическим работам

Занятие №1. Изучение излучательных процессов твердых тел (18 час.)

Расчет оптических параметров излучения твердых тел и определения его физических свойств.

Занятие №2. Изучение зависимости эмиссии от уровня легирования (15 час.)

Расчет спектра излучения твердого тела, сдвиг Франка-Кордона и скорость излучательной рекомбинации.

Занятие №3. Изучение принципа генерации света (15 час.)

Расчет коэффициента усиления оптического генератора, коэффициент обратной связи и интенсивность насыщения для различных типов квантовых генераторов.

Занятие №4. Исследование особенностей возбуждения активного вещества (15 час.)

Расчет квантового выхода при различных схемах возбуждения активного вещества и способов его накачки.

Занятие №5. Исследование оптических свойств открытых резонаторов (15 час.)

Расчет собственных частот для различных типов оптических резонаторов, добротность различных типов резонаторов и потери в них.

Занятие №6. Измерение оптических свойств волн в результате рассеяния (15 час.)

Расчет оптических свойств волн в результате релеевского, комптоновского, рамановского рассеяния. Расчет стокового и антистокового смещение.

Занятие №7. Распространение излучение в планарном диэлектрическом световоде (15 час.)

Расчет свойств оптических волн распространяемых в планарном диэлектрическом световоде.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-4 недели семестра	Домашняя работа 1	18 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)
2	5-6 недели	Домашняя работа 2	15 час	ПР-15 (рабочая тетрадь)

	семестра			
3	7-8 недели семестра	Домашняя работа 3	15 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)
4	9-10 недели семестра	Домашняя работа 4	15 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)
5	11-12 недели семестра	Домашняя работа 5	15 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)
6	13-15 недели семестра	Домашняя работа 6	15 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)
7	16-18 недели семестра	Домашняя работа 7	15 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)
Итого:			108 час.	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратить внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Работа с литературой.

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-

библиотечных систем.

Работа с конспектом лекций

В конспекте лекций необходимо кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Нужно проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или практических работах.

Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.

Работа перед практическими занятиями

Перед практическим занятием студент должен самостоятельно изучить методические указания по его выполнению, ознакомиться с содержанием работы, прочитать необходимую учебную литературу для понимания физических процессов, изучаемых в лабораторной работе. После успешного выполнения лабораторной работы студент самостоятельно пишет обрабатывает полученные данные и пишет отчет по практическому занятию. В методических указаниях по выполнению лабораторных работ после каждой лабораторной работы следуют контрольные вопросы. На них необходимо подготовить ответы. Кроме того, необходимо иметь базовые знания по изучаемой теме. Только после теоретической подготовки и написания отчета можно пробовать сдать отчет. Сдача отчета проводится во время практических занятий, когда студенты не работают за лабораторными установками.

Структура отчета по практическому занятию

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, построенные диаграммы, таблицы, приложения, список литературы и (или) расчеты, сопровождая необходимыми пояснениями и иллюстрациями в виде схем, экранных форм («скриншотов») и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

- ✓ *Титульный лист* – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме

(титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета);

- ✓ *Исходные данные к выполнению заданий*– обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.);
- ✓ *Основная часть*– материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: разделы – подразделы – пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

- ✓ *Выводы*– обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);
- ✓ *Список литературы*– обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии);
- ✓ *Приложения*– необязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит дополнительные материалы к основной части отчета.

Оформление отчета по лабораторной работе

Лабораторная работа относится к категории «*письменная работа*», оформляется *по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ*.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);

- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

✓ печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);

✓ интервал межстрочный – полуторный;

✓ шрифт – TimesNewRoman;

✓ размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);

✓ выравнивание текста – «по ширине»;

✓ поля страницы -левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;

✓ нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).

✓ режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать, как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все *приложения* включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

Рекомендации по оформлению графического материала, полученного с экранов в виде «скриншотов»

Графические копии экрана («скриншоты»), отражающие графики, диаграммы моделей, схемы, экранные формы и т. п. должны отвечать требованиям визуальной наглядности представления иллюстративного материала, как по размерам графических объектов, так и разрешающей способности отображения текстов, цветовому оформлению и другим важным пользовательским параметрам.

Рекомендуется в среде программного приложения настроить «экран» на параметры масштабирования и размещения снимаемых для иллюстрации

объектов. При этом необходимо убрать «лишние» окна, команды, выделения объектов и т. п.

В перенесенных в отчет «скриншотах» рекомендуется «срезать» ненужные области, путем редактирования «изображений», а при необходимости отмасштабировать их для заполнения страницы отчета «по ширине».

«Скриншоты» в отчете оформляются как рисунки, с заголовками, помещаемыми ниже области рисунков, а в тексте должны быть ссылки на указанные рисунки.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Выполнение самостоятельных работ оценивается при сдаче и защите отчетов по лабораторным работам. Критерии оценки индикаторов выполнения самостоятельной работы по курсу приведены в разделе VIII.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Эмиссия излучения из твердых тел	УК-1.1 Определяет роль и значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации;	Знает значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации	ПР-15 (рабочая тетрадь)	зачет (вопросы 1-13)
			Умеет использовать теоретические основы информационных процессов преобразования информации		
			Владеет информационными технологиями, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации		
		ПК-8.1 Анализирует и выбирает наиболее эффективные физические модели и методы	Знает эффективные физические модели и методы исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач		

		исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач;	Умеет применять эффективные физические модели и методы исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач			
			Владеет методами исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач			
		ПК-9.1 Выбирает необходимые базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Знает необходимые базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач			
			Умеет применять базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач			
			Владеет теоретическими знаниями фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач			
2	Раздел II. Распространение и преобразование лазерного излучения	УК-1.1 Определяет роль и значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации;	Знает значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации	ПР-15 (рабочая тетрадь)	зачет (вопросы 14-23)	
Умеет использовать теоретические основы информационных процессов преобразования информации						
Владеет информационными технологиями, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации						
			ПК-8.1 Анализирует и выбирает наиболее эффективные физические модели и методы исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач;	Знает эффективные физические модели и методы исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач	ПР-15 (рабочая тетрадь)	
				Умеет применять эффективные физические модели и методы исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач		
				Владеет методами исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач		
		ПК-9.1 Выбирает	Знает необходимые базовые			

		необходимые базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач		
			Умеет применять базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач		
			Владеет теоретическими знаниями фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач		
		УК-1.1 Определяет роль и значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации;	Знает значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации		
			Умеет использовать теоретические основы информационных процессов преобразования информации		
			Владеет информационными технологиями, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации		
3	Раздел III. Квантовые приборы оптического диапазона	УК-1.1 Определяет роль и значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации;	Знает значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации	ПП-15 (рабочая тетрадь)	зачет (вопросы 24-30)
			Умеет использовать теоретические основы информационных процессов преобразования информации		
			Владеет информационными технологиями, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации		
		ПК-8.1 Анализирует и выбирает наиболее эффективные физические модели и методы исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач;	Знает эффективные физические модели и методы исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач		
			Умеет применять эффективные физические модели и методы исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач		
			Владеет методами исследований для решения поставленных теоретических и		

			прикладных задач			
		ПК-9.1 Выбирает необходимые базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Знает необходимые базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач			
			Умеет применять базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач			
			Владеет теоретическими знаниями фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач			
4	Раздел IV. Фотоприемник и оптического излучения	УК-1.1 Определяет роль и значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации;	Знает значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации		зачет (вопросы 31-39)	
				Умеет использовать теоретические основы информационных процессов преобразования информации		
				Владеет информационными технологиями, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации		
		ПК-8.1 Анализирует и выбирает наиболее эффективные физические модели и методы исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач;	Знает эффективные физические модели и методы исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач			
				Умеет применять эффективные физические модели и методы исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач		
				Владеет методами исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач		
		ПК-9.1 Выбирает необходимые базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Знает необходимые базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач			
				Умеет применять базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач		
				Владеет теоретическими		

		задач	знаниями фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач		
--	--	-------	---	--	--

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Пихтин А.Н. Квантовая и оптическая электроника. Учебник для вузов./ А.Н. Пихтин. – М.: Абрис, 2012. – 656 с.: илл. – Библиогр.: ISBN 978-5-4372-0004-9: УДК 621.383 (075).
2. Физические основы оптоэлектроники. Учебное пособие/ Давыдов В.Н.- ТУСУР – 2016.139 с.
3. Малышев В.А. Основы квантовой электродинамики лазерной техники: Учебное пособие для вузов./ В.А. Малышев. – М.: Высшая школа, 2005. – 542 с. ISBN 5-06-004853-5% 295.24 р. УДК 621.373.8(075.8).
4. Борисенко В.Е. Наноэлектроника: Учебное пособие для вузов/ В.Е. Борисенко, А.И. Воробьев, Е.А. Уткин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 224с. : илл. – (Нанотехнологии) – Библиогр. В конце частей. – ISBN 978- 5 -94774-914-4 : УДК 621.382 – 022.532 (075.8).

Дополнительная литература

1. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: Учебное пособие для вузов/ Специальная литература. Библиогр.: с.526-530. – ISBN 978-5-8114-1136-8 : УДК 621.383(075.8) 621.383-022.532(075.8).

2. Розеншер Э., Винтер Б. Оптоэлектроника . Пер. с франц. под ред. О.Н. Ермакова. /Э. Розеншер, Б. Винтер. Мир электроники. Оптоэлектроника. – М.: Техносфера. – 2006. – 592 с.
3. Щука А.А. Электроника. /Под ред. проф. А.С. Сигова. – СПб.: БХВ-Петербург. 2006. – 800 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Нанотехнологии в России <http://www.nanonewsnet.ru>
2. Российский электронный наножурнал <http://www.nanorf.ru>
3. Проект о современной фундаментальной науке «ПостНаука»
<http://postnauka.ru>
4. Нанотехнологическое общество «Нанометр»
<http://www.nanometer.ru>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются программы, позволяющие строить графики по массивам данных и выполнять простейший математический анализ данных (первые производные, сглаживание, линейный фитинг).

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины. Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратит внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные занятия) планируется

самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, лабораторные занятия, задания для самостоятельной работы.

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов. Успешное освоение дисциплины предполагает активное участие студентов на всех этапах ее освоения. Изучение дисциплины следует начинать с проработки содержания рабочей программы и методических указаний. При изучении и проработке теоретического материала студентам необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- перед очередной лекцией просмотреть конспект предыдущего занятия;
- при самостоятельном изучении темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПУД литературные источники.

В случае, если возникли затруднения, обратиться к преподавателю в часы консультаций или на практическом занятии.

Практические занятия акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений. Основной целью проведения практических занятий является систематизация и закрепление знаний по изучаемой теме, формирование умений самостоятельно работать с дополнительными источниками информации, аргументировано высказывать и отстаивать свою точку зрения.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо:

- повторить теоретический материал по заданной теме;
- продумать формулировки вопросов, выносимых на обсуждение;
- использовать не только конспект лекций, но и дополнительные источники литературы, рекомендованные преподавателем.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче экзамена, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

Работа с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

Подготовка к экзамену. К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все домашние задания, предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 441. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 15) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная.	Специализированное ПО не требуется
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 320. Лаборатория пленочных технологий ДВФУ	Вибрационный магнитометр Lakeshore 7400, оптический магнитометр Nanomoke2, Керр-микроскоп Evico Magnetics	ПО, позволяющее выполнять лабораторные работы на лабораторных установках, Origin – программное обеспечение для построения графиков, Gwyddion – свободно распространяемое программное обеспечение для

		обработки графических изображений
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы	Оборудование: Моноблок Lenovo C360G- i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)	Специализированное ПО не требуется

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступны лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

(ДВФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЁМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Физика и технология приборов квантовой электроники и фотоники»

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Фундаментальная и прикладная физика (совместно с НИУ ВШЭ, г. Москва)

Форма подготовки очная

Владивосток

2022

Для дисциплины «Физика и технология приборов квантовой электроники и фотоники» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

Домашняя работа (ПР-15) защита отчета

Письменные работы

Домашняя работа (ПР-15) написание отчета

Устный опрос

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, понимание материала, самостоятельность выполнения домашних задач, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к экзамену.

Письменные работы

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Лабораторные работы позволяют студентам непосредственно ознакомиться с научным экспериментальным оборудованием, научиться получать экспериментальные результаты, обрабатывать их, анализировать результаты и делать выводы.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Физика и технология приборов квантовой электроники и фотоники» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – зачет (7-й, 8-й семестр), экзамен (7-й, 8-й семестр). Форма зачета – сдача отчетов по домашним работам. Форма экзамена – два письменных вопроса, на которые студенту дается 40 мин, затем 2 произвольных устных вопроса. Допуск к экзамену возможен только после сдачи всех отчетов по домашним работам.

Методические указания по сдаче зачета

Зачет принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили практические занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, заведующий кафедрой имеет право принять зачет в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения зачета (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения зачета студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего зачет, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на зачете, должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на зачете посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или заведующего кафедрой), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются зачет с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «зачтено», «не зачтено». При неявке студента на зачет в ведомости делается запись «не явился».

Вопросы к зачету

1. Квантовая эффективность.
2. Способы возбуждения полупроводников. Флюоресценция.
3. Фосфоресценция. Люминесценция.
4. Спектр излучения твердого тела. Сдвиг Франка-Кордона.
5. Скорость излучательной рекомбинации.
6. Спонтанное излучение. Вынужденное излучение.

7. Поглощение. Стимулированное излучение твердых тел.
8. Коэффициент усиления. Коэффициент обратной связи. Интенсивность насыщения.
9. Способы возбуждения активного вещества. Уравнения баланса.
10. Двухуровневая схема накачки. Трехуровневая схема накачки. Четырехуровневая схема накачки.
11. Моды и собственные частоты. Плотность собственных частот резонатора.
12. Спектр собственных частот открытого резонатора. Аксиальные типы колебаний.
13. Многочастотность резонатора. Добротность резонатора. Потери в резонаторе.
14. Индекс рефракции. Поперечная электрическая волна.
15. Продольная электрическая волна. Соотношение Френеля. Угол Брюстера. Полное внутреннее отражение.
16. Релеевское рассеяние. Комптоновское рассеяние.
17. Рамановское рассеяние. Стоксовое смещение. Антистоксовое смещение.
18. Световоды. Волновая мода. Удельная разность показателей преломления.
19. Скорость распространения волновой моды.
20. Проекция тензора диэлектрической непроницаемости.
21. Собственные значения тензора диэлектрической непроницаемости. Оптически активный кристалл.
22. Оптическая индикатриса кристалла. Оптическая ось (бинормаль) кристалла. Оптическая анизотропия.
23. Жидкокристаллическая ячейка отображения информации. Жидкокристаллические модуляторы. Дефлекторы оптического излучения. Интегрально-оптические элементы.
24. Оксидные лазеры. Фторидные кристаллы. Активные примеси в кристаллах. Суммарный КПД твердотельных лазеров.
25. Газоразрядная активная среда. Атомные лазеры на парах металлов. Ионные лазеры. Молекулярные газовые лазеры.
26. Органические красители. Полимерные красители. Ксантоновые красители. Кумариновые красители. Сцинтилляционные красители.
27. Принцип работы полупроводникового лазера. Лазеры с электронным возбуждением.
28. Лазеры с оптической накачкой. Пороговое напряжение.
29. Размытость области рекомбинации. Излучательная рекомбинация.
30. Потери на перепоглощение. Дифракция Вульфа-Брэгга.
31. Спектральная фоточувствительность. Минимально различимый сигнал.

32. Эквивалентная мощность шума. Обнаружительная способность. Инертность фотоприемника.
33. Тепловые приемники. Болметры. Термоэлектрические фотоприемники. Пироэлектрические приемники.
34. Параметры характеризующие фотопроводимость. Примесная фотопроводимость.
35. Монополярная фотопроводимость. Квантовый выход фотоэффекта. Неоднородная генерация.
36. Дрейфовая и диффузная компонента плотности тока. Однородный полупроводник.
37. Примесное освещение. Обратные токи.
38. Фотодиоды на инвертированной МДП структуре. Лавинные фотодиоды.
39. PIN диоды. Фотодиоды на варизонной структуре.

Критерии выставления оценки студенту на зачете

К зачету допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
«зачтено»	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике. Допускаются некоторые неточности в ответе, которые студент исправляет самостоятельно.
«не зачтено»	Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (своевременность выполнения различных видов

заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- посещение занятий
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Устный опрос в сочетании с проверкой отчета по работе

Оценивание защиты домашней работы проводится при представлении отчета в электронном или печатном виде, по двухбалльной шкале: «зачтено», «не зачтено».

Пример контрольных вопросов к домашней работе «Изучение принципа генерации света»:

1. Как рассчитать коэффициент усиления оптического генератора?
2. Способы расчета коэффициента обратной связи.
3. Как определить интенсивность насыщения для различных типов квантовых генераторов.

Аннотация дисциплины
«Физика и технология приборов квантовой электроники и фотоники»

Рабочая программа учебной дисциплины «Физика и технология приборов квантовой электроники и фотоники» разработана для студентов 4 курса очной формы обучения направления подготовки для студентов направления подготовки 03.03.02 «Физика», профиль «Фундаментальная и прикладная физика (совместно с НИУ ВШЭ, г. Москва)» в соответствии с требованиями федерального государственного стандарта высшего образования.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 13 з.е. (468 час.). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (120 час.), практические занятия (150 час.), самостоятельная работа студента (108 час.). Дисциплина «Физика и технология приборов квантовой электроники и фотоники» входит в вариативную часть образовательной программы, дисциплины по выбору, реализуется на 4 курсе в 7 и 8 семестрах.

Цель курса: изучение физических основ, принципов работы, типовых конструкций и эксплуатационных параметров приборов квантовой электроники и фотоники.

Задачи:

- рассмотреть процессы эмиссии излучения из твердых тел, а также вводятся параметры, описывающие эмиссию, как с позиции феноменологической модели взаимодействия света и вещества, так и позиции дипольной модели атома.

- изучить процессы, приводящие к релаксации энергии атомной системы, дано их математическое описание. Сравнение различных схем накачки показывает перспективность четырехуровневой схемы.

- изучить свойства оптического резонатора, рассмотрены свойства продольных и аксиальных мод, их расположение в спектре собственных частот резонатора.

- рассмотреть основные свойства плоского волновода и его применимость для распространения света. Провести анализ прохождения

света через анизотропный кристалл, показан эффект двулучепреломления, используемого для модуляции оптического излучения.

ознакомление с энергетическими диаграммами, составами рабочего вещества, параметрами лазеров и особенности их работы, использующие в качестве рабочего вещества газы, жидкости и твердые тела, в том числе полупроводники.

Для успешного изучения дисциплины «Физика и технология приборов квантовой электроники и фотоники» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- ПК-1.1. Анализирует способы определения видов и типов профессиональных задач, структурирования задач различных групп;
- ПК-1.2. Выбирает наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике
- ОПК-2.1. Применяет базовые методы научных исследований физических объектов, систем и процессов.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные компетенции (элементы компетенций):

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Определяет роль и значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации;

Научно-исследовательский	ПК-8 Способен использовать физические модели и методы исследований при решении теоретических и прикладных задач	ПК-8.1 Анализирует и выбирает наиболее эффективные физические модели и методы исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач;
	ПК-9 Способен использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	ПК-9.1 Выбирает необходимые базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
УК-1.1 Определяет роль и значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации;	Знает значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации
	Умеет использовать теоретические основы информационных процессов преобразования информации
	Владеет информационными технологиями, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации
ПК-8.1 Анализирует и выбирает наиболее эффективные физические модели и методы	Знает эффективные физические модели и методы исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач;	Умеет применять эффективные физические модели и методы исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач
	Владеет методами исследований для решения поставленных теоретических и прикладных задач
ПК-9.1 Выбирает необходимые базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Знает необходимые базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач
	Умеет применять базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач
	Владеет теоретическими знаниями фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач