

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение выс-
шего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

15 »

2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.06 КООПЕРАТИВНЫЕ И КОГЕРЕНТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ**

Направление подготовки/специальность _
03.04.03 Радиофизика

Направленность (профиль) / специализация:
Квантовые устройства и радиофотоника

Форма обучения:
очная_

Квалификация:
магистр

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины **КООПЕРАТИВНЫЕ И КОГЕРЕНТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ** составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 03.04.03 Радиофизика

Программу составил(и):

Строганова Е.В., доктор физ.-мат.наук, доцент

Рабочая программа дисциплины «Кооперативные и когерентные явления» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники протокол № 9 «10» апреля 2023 г.

Заведующий кафедрой _____

Н.А. Яковенко

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 10 «20» апреля 2023 г.

Председатель УМК факультета/института _

Н.М. Богатов

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Освоение профессиональных компетенций в области анализа и исследований кооперативных явлений в конденсированных средах.

1.2 Задачи дисциплины:

Изучение кооперативных эффектов в системах атомов и молекул, взаимодействующих через поле излучения. Особое внимание уделить теории коллективного спонтанного излучения (сверхизлучения) и его экспериментальным исследованиям; явлению сверхизлучения, безрезонаторной бистабильности и другим светоиндуцированным фазовым переходам, представленным с точек зрения традиционной квантовой оптики и теории критических явлений. В процессе изучения дисциплины будут обсуждаться экспериментальные аспекты и возможное влияние фазовых переходов на работу приборов квантовой электроники.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Б1.В.06 Кооперативные и когерентные явления» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен оптимизировать параметры технологических операций	
ИПК-2.3. Способен использовать методы исследования структур и анализа технологических сред	Знает методы исследования структуры и анализа исследуемых образцов в разрезе кооперативных и когерентных явлений.
	Умеет оценить направления оптимизации технологических сред с целью увеличения эффективности кооперативных и когерентных явлений.
	Владеет навыками экспериментальных исследований кооперативных и когерентных явлений в технологических средах.
ПК-3 Способен к анализу и выбору перспективных технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники	
ИПК-3.4. Способен выявлять тенденции развития научных исследований и разработок, связанных с перспективными материалами, технологическими процессами и оборудованием	Знает основные современные тенденции в области разработок перспективных материалов с эффективными параметрами в области кооперативных и когерентных явлений.
	Умеет проводить научные исследования в области изучения кооперативных и когерентных явлений в области разработки перспективных материалов для микроэлектроники и квантовой электроники.
	Владеет навыками работы с технологическими процессами и оборудованием для получения и исследования электронных и фотонных компонентов.
ПК-6 Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ при исследовании самостоятельных тем	
ИПК-6.2. Способен разрабатывать методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации	Знать методы и методики проведения экспериментов в области наблюдения кооперативных и когерентных явлений
	Уметь разрабатывать оптические схемы проведения экспериментальных исследований и выбирать инструментарий.
	Владеть методами и способами анализа обработки информации по результатам проведенных исследований.

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет ____ зачетных единиц (____ часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения			
		очная		очно-заочная	заочная
		1 семестр (часы)	2 семестр (часы)	X семестр (часы)	X курс (часы)
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):					
занятия лекционного типа	16	16			
лабораторные занятия					
практические занятия	14	14			
семинарские занятия					
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)					
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:					
<i>Курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)</i>	16	16			
<i>Контрольная работа</i>					
<i>Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>					
<i>Реферат/эссе (подготовка)</i>					
<i>Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	71	71			
Подготовка к текущему контролю					
Контроль:					
Подготовка к экзамену	26,7	26,7			
Общая трудоемкость	час.	144	144		
	в том числе контактная работа	30,3	30,3		
	зач. ед	4	4		

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 1 семестре (1 курс) (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Элементарный акт переноса энергии электронного возбуждения между примесными центрами в двухуровневом приближении	10	2			8
2.	Стационарное возбуждение системы примесных центров	13	2	2		9
3.	Перенос энергии электронного возбуждения при сильном когерентном взаимодействии примесных центров	13	2	2		9
4.	Процессы миграционного переноса энергии электронного возбуждения в конденсированных средах, содержащих примесные центры	13	2	2		9
5.	Эволюция населённостей энергетических уровней примесных центров при различных условиях взаимодействия	13	2	2		9
6.	Двухфотонные безызлучательные процессы взаимодействия примесных центров в конденсированных средах	13	2	2		9
7.	Кооперативное тушение примесных центров	13	2	2		9
8.	Кооперативный перенос энергии электронного возбуждения примесных центров на вышележащие энергетические уровни	13	2	2		9
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	101	16	14		71
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	16				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	26,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	144				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Элементарный акт переноса энергии электронного возбуждения между примесными центрами в двухуровневом приближении	Приближение двухуровневой системы. Диполь-дипольное взаимодействие. Переходы в квазинепрерывном спектре. Теория Ферстера. Влияние поляризуемости среды. Диполь-квадрупольное и обменное взаимодействие.	<i>Устный опрос</i>
2.	Стационарное возбуждение системы примесных центров	Диполь-дипольный перенос энергии. Метод действующего поля. Действующее поле и диэлектрическая проницаемость анизотропных кристаллов. Энергия резонансного взаимодействия молекул примеси друг с другом. Учет высших мультиполей в методе действующего поля.	<i>Устный опрос</i>
3.	Перенос энергии электронного возбуждения при сильном когерентном взаимодействии примесных центров	Экситон-фотонное взаимодействие. Когерентные и некогерентные экситоны. Колебательные экситоны. Теория резонансного взаимодействия молекул примеси. Механизм виртуальных экситонов и виртуальных фононов. Дипольный момент перехода. Спектры поглощения и люминесценции примесного центра. Вероятность переноса энергии электронного возбуждения от донора к акцептору. Горячий перенос.	<i>Устный опрос</i>
4.	Процессы миграционного переноса энергии электронного возбуждения в конденсированных средах, содержащих примесные центры	Границы применимости диффузного приближения. Квазиодномерные и квазидвумерные системы. Теория захвата экситона примесью. Метод ячеек Вигнера - Зейтца. Особенности конденсации экситонов в полупроводниках. Время затухания люминесценции. Спектр и время затухания люминесценции кристаллов конечной толщины. Аннигиляция экситонов и роль реабсорбции.	<i>Устный опрос</i>

5.	Эволюция населённости энергетических уровней примесных центров при различных условиях взаимодействия	Кинетические уравнения для лазерных процессов протяженных примесных кристаллов с учетом коллективных эффектов. Полуклассическая теория когерентных оптических эффектов в бозе-эйнштейновском конденсате атомарных газов.	<i>Устный опрос</i>
6.	Двухфотонные безызлучательные процессы взаимодействия примесных центров в конденсированных средах	Экспериментальные исследования процессов двухфотонной релаксации на примерах кристаллов YAG:Nd; YAG:Cr; YAG:Er; YAG:Eu; других кристаллических материалов, легированных редкоземельными и переходными металлами.	<i>Устный опрос</i>
7.	Кооперативное тушение примесных центров	Кооперативная люминесценция. Лучистый перенос энергии. Сравнение с теорией реабсорбции.	<i>Устный опрос</i>
8.	Кооперативный перенос энергии электронного возбуждения примесных центров на вышележащие энергетические уровни	Экспериментальные исследования диффузии экситонов в молекулярных кристаллах. Исследование переноса энергии электронного возбуждения в кристаллах методами спектроскопии с временным разрешением.	<i>Устный опрос</i>

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/разбор	Форма текущего контроля
1.	Стационарное возбуждение системы примесных центров	Расчет радиуса взаимодействия между примесными центрами прыжкового и диффузионного механизмов взаимодействия	<i>Решение задач</i>
2.	Перенос энергии электронного возбуждения при сильном когерентном взаимодействии примесных центров	Расчет параметров переноса энергии электронного возбуждения между донорно-акцепторными центрами	<i>Решение задач</i>
3.	Процессы миграционного переноса энергии электронного возбуждения в конденсированных средах, содержащих примесные центры	Расчет параметров миграционного переноса энергии электронного возбуждения в системе примесных центров одного и/или нескольких типов	<i>Решение задач КП</i>
4.	Эволюция населённости энергетических уровней примесных центров при различных условиях взаимодействия	Расчет кинетики изменения населенностей уровней доноров и акцепторов при различных вариантах взаимодействия центров.	<i>Решение задач КП</i>
5.	Двухфотонные безызлучательные процессы взаимодействия примесных центров в конденсированных средах	Расчет и изучение вероятностей двухфотонной релаксации на основе экспериментальных данных.	<i>Решение задач КП</i>
6.	Кооперативное тушение примесных центров	Расчет и изучение кооперативного тушения в высококонцентрированных кристаллах, легированных ионами Nd	<i>Решение задач КП</i>
7.	Кооперативный перенос энергии электронного возбуждения примесных центров на вышележащие энергетические уровни	Расчет квантовой эффективности процессов ап-конверсии на основании экспериментальных данных для Er, Nd	<i>Решение задач КП</i>

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Миграционного переноса энергии электронного возбуждения в системе примесных центров одного и/или нескольких типов.
2. Изменения населенностей уровней доноров и акцепторов при различных вариантах взаимодействия центров.
3. Расчет и изучение вероятностей двухфотонной релаксации.
4. Изучение кооперативного тушения в высококонцентрированных кристаллах, легированных ионами редкоземельными ионами Nd, Yb, либо ионами переходных металлов, на примере Sr.
5. Расчет квантовой эффективности процессов ап-конверсии в кристаллах, легированных ионами Er, Nd.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Реферат/эссе (подготовка)	Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов, обучающихся по направлениям подготовки 03.03.03 и 03.04.03 Радиофизика. ГОСТ 2.304 и ГОСТ 2.004 по оформлению расчетно-графических работ.
2	Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	
3	Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка	

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, проблемное обучение, модульная технология, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Лазерная спектроскопия».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме доклада-презентации по проблемным вопросам, расчетные графические работы, рефераты, лабораторные работы, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену (зачету).

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-2.3. Способен использовать методы исследования структур и анализа технологических сред	Знает методы исследования структуры и анализа исследуемых образцов в разрезе кооперативных и когерентных явлений.	<i>Опрос</i> <i>Рефераты</i> <i>КП</i>	Вопрос на экзамене 1-7
		Умеет оценить направления оптимизации технологических сред с целью увеличения эффективности кооперативных и когерентных явлений.		
		Владет навыками экспериментальных исследований кооперативных и когерентных явлений в технологических средах.		
2	ИПК-3.4. Способен выявлять тенденции развития научных исследований и разработок, связанных с перспективными материалами, технологическими процессами и оборудованием	Знает основные современные тенденции в области разработок перспективных материалов с эффективными параметрами в области кооперативных и когерентных явлений.	<i>Опрос</i> <i>Рефераты</i> <i>Расчетные графические работы</i> <i>КП</i>	Вопрос на экзамене 8-15
		Умеет проводить научные исследования в области изучения кооперативных и когерентных		

		явлений в области разработки перспективных материалов для микроэлектроники и квантовой электроники.		
		Владеет навыками работы с технологическими процессами и оборудовани-ем для получения и исследования электронных и фотонных компонентов.		
3	ИПК-6.2. Способен разрабатывать методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации	Знать методы и методики проведения экспериментов в области наблюдения кооперативных и когерентных явлений	<i>Опрос</i> <i>Рефераты</i> <i>Расчетные графические работы</i> <i>КП</i>	<p>Вопрос на экзамене 16-25</p>
		Уметь разрабатывать оптические схемы проведения экспериментальных исследований и выбирать инструментарий.		
		Владеть методами и способами анализа обработки информации по результатам проведенных исследований.		

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

Примерный перечень вопросов и заданий

Реферат

Тематика рефератов

1. Сравнительно-сопоставительный анализ прыжкового и диффузионного механизмов взаимодействия между примесными центрами.
2. Примеры повышения квантовой эффективности и КПД лазеров, работающих по принципу сенсibilизации.
3. Основные принципы работы высоко концентрированных лазеров на основе стеклянных матриц.

Графические расчетные работы

1. Разработка математического редактора для визуализации переноса энергии между донорами и акцепторами при прыжковой механизме на примере како-либо матрицы.
2. Разработка математического редактора для визуализации переноса энергии между донорами и акцепторами при диффузионном механизме на примере како-либо матрицы.
3. Разработка редактора по расчету кинетик населенностей системы донорно-акцепторного взаимодействия на примерах конкретных лазерных матриц..

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

Перечень вопросов на экзамен.

1. . Приближение двухуровневой системы. Диполь-дипольное взаимодействие.
2. Переходы в квазинепрерывном спектре. Теория Ферстера.

3. Влияние поляризуемости среды. Диполь-квадрупольное и обменное взаимодействие.
4. Диполь-дипольный перенос энергии. Метод действующего поля.
5. Действующее поле и диэлектрическая проницаемость анизотропных кристаллов.
6. Энергия резонансного взаимодействия молекул примеси друг с другом. Учет высших мультиполей в методе действующего поля.
7. Экситон-фотонное взаимодействие. Когерентные и некогерентные экситоны.
8. Колебательные экситоны.
9. Теория резонансного взаимодействия молекул примеси.
10. Механизм виртуальных экситонов и виртуальных фононов.
11. Дипольный момент перехода. Спектры поглощения и люминесценции примесного центра.
12. Вероятность переноса энергии электронного возбуждения от донора к акцептору. Горячий перенос.
13. Границы применимости диффузного приближения.
14. Квазиодномерные и квазидвумерные системы.
15. Теория захвата экситона примесью. Метод ячеек Вигнера - Зейтца.
16. Особенности конденсации экситонов в полупроводниках.
17. Время затухания люминесценции. Спектр и время затухания люминесценции кристаллов конечной толщины.
18. Аннигиляция экситонов и роль реабсорбции.
19. Кинетические уравнения для лазерных процессов протяженных примесных кристаллов с учетом коллективных эффектов.
20. Полуклассическая теория когерентных оптических эффектов в бозе-эйнштейновском конденсате атомарных газов.
21. Экспериментальные исследования процессов двухфотонной релаксации на примерах кристаллов YAG:Nd; YAG:Cr; YAG:Er; YAG:Eu; других кристаллических материалов, легированных редкоземельными и переходными металлами.
22. Кооперативная люминесценция.
23. Лучистый перенос энергии. Сравнение с теорией реабсорбции.
24. Экспериментальные исследования диффузии экситонов в молекулярных кристаллах.
25. Исследование переноса энергии электронного возбуждения в кристаллах методами спектроскопии с временным разрешением.

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.

Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.
---	--

Критерии оценивания по зачету:

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, знает базовый инструментарий для проведения экспериментальных исследований, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять полученные экспериментальные результаты исследований и теоретический материал, иллюстрируя его примерами из лазерных систем, методами исследований материалов и способами обработки полученных экспериментальных результатов.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры по лазерным системам, методам исследования материалов и способам обработки полученных экспериментальных результатов, довольно ограниченный объем знаний программного материала.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Агранович В.М., Галанин М.Д. Перенос энергии электронного возбуждения в конденсированных средах. – М.: Наука. – Главная редакция физико-математической литературы. – 1978. – 383 с.

2. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике. – Изд.2. – 1988. – 366с.

3. Киселёв Г.Л. Квантовая и оптическая электроника: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и дп. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 320 с.

4. Афанасьев В.А. Оптические измерения: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1981. – 229 с.
5. Вейло В.П., Либенсон М.Н., Червяков Г.П., Яковлев Е.Б.// Взаимодействие лазерного излучения с веществом.-М.: Физматлит.-2008.-308с.
6. Звелто О.// Принципы лазеров. – СПб.: Лань.- 2008.
7. Евсеев И.В., Рубцова Н.Н., Самарцев В.В.// Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов.-М.: Физматлит.-2009.-206с.
8. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. – Лань.- 2011г.-528 с.
9. Крюков П.Г. Фемтосекундные импульсы.-Физматлит.-2008г.-208с.

5.2. Периодическая литература

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.uceba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы

КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий [http://mschool.kubsu.ru/](http://mschool.kubsu.ru;);
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, ауд. 211.	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS 365, Red 7, Мой Офис
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, ауд. 133С, 217С	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер. Компьютерный класс.	MS 365, Red 7, Мой Офис
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатории НОЦ «Оптические и электронные компоненты» (ауд. 119С, 122С, 123С, 131С)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	Две технологические лаборатории с лабораторной и промышленной установками по росту монокристаллов методом Чохральского: (Кристалл 603). Лаборатория по исследованию контроля качества интегральных схем, укомплектованная терагерцевым спектрометром Tera K15

		<p>для анализа целостности и качества поверхности исследуемых образцов.</p> <p>Спектрально-измерительный комплекс в спектральном диапазоне от 150 до 20000 нм, состоящий из монохроматора MSDD 1000 с комплектом приемников и излучателей на указанный спектральный диапазон.</p> <p>Квантовые генераторы: YAG:Nd (средняя энергия в импульсе 200мДж, длительность импульса 15 нс), YLF:Nd (средняя энергия в импульсе 300мкДж, длительность импульса 10 нс), полупроводниковый лазер мощностью 10кВт с длиной волны генерации 980 нм, титан-сапфировый лазер, мало-мощный полупроводниковый лазер с длиной волны генерации 980 нм.</p>
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	<p>Мебель: учебная мебель</p> <p>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер</p> <p>Оборудование:</p>	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	<p>Мебель: учебная мебель</p> <p>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы</p> <p>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	MS 365, Red 7, Мой Офис
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.208С)	<p>Мебель: учебная мебель</p> <p>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы</p> <p>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-ка-</p>	MS 365, Red 7, Мой Офис

	меры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	
--	---	--