Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра радиофизики и электроники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.В.ДВ.5.1 Кинетика нелинейных фотопроцессов»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика
(код и наименование направления подготовки)

Квантовая электроника
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы
Программа академического бакалавриата

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2017

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра радиофизики и электроники
наименование кафедры

протокол № 6 от " 24 " февраля 2017 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра радиофизики и электроники _____ Т.М. Чмерева
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:

профессор _____ М.Г. Кучеренко
должность *подпись* *расшифровка подписи*

ст. преподаватель _____ Д.А. Кислов
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
03.03.03 Радиофизика _____ Чмерева Т. М.
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки
_____ Н.Н. Грицай
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
_____ Стрекаловская А.Д.
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации 46526

© Кучеренко М.Г., 2017
© Кислов Д.А., 2017
© ОГУ, 2017

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины:

Введение в изучение вопросов кинетики нелинейных фотопроцессов в различных молекулярных системах.

Задачи:

Изучение основных принципов и понятий кинетики и нестационарной кинетики фотопроцессов в молекулярных системах и наноструктурах, а также границ применимости кинетических теорий на практике, формирование знаний и навыков по измерению и анализу экспериментальных кинетических кривых.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.25 Статистическая радиофизика, Б.1.Б.28 Лазерная техника и лазерные технологии, Б.1.В.ОД.1 Нелинейная оптика, Б.1.В.ОД.2 Математическое моделирование физических процессов*

Требования к входным результатам обучения, необходимым для освоения дисциплины

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изученияДисциплины	Компетенции
Знать: Современные парадигмы в предметной области науки; теоретические современные тенденции развития образовательной систем для совершенствования и развития своего общеинтеллектуального и общекультурного уровня **Уметь:** совершенствовать и развивать свой общеинтеллектуальный и общекультурный уровень; анализировать тенденции современной науки, определять перспективные направления научных исследований **Владеть:** навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.	ОК-1 способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции
Знать: основные разделы и направления философии, методы и приемы философского анализа; **Уметь:** анализировать и оценивать социальную информацию, планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа; **Владеть:** навыками критического восприятия информации;	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию
Знать: основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории функций комплексного переменного, теории вероятностей и математической статистики, дискретной математики; фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики и атомной физики; **Уметь:** применять математические методы, физические и химические законы для решения практических задач; **Владеть:** методами решения дифференциальных и алгебраических уравнений, дифференциального и интегрального исчисления, аналитической геометрии, теории вероятностей и математической статистики, математической логики, функционального анализа;	ОПК-1 способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изученияДисциплины	Компетенции
навыками практического применения законов физики, химии и экологии	
Знать: где найти необходимую учебную и научную информацию по интересующим вопросам образования; **Уметь:** использовать современные образовательные информационные технологии при изучении данного курса; **Владеть:** методами поиска и обмена информации в глобальных и локальных компьютерных сетях.	ОПК-2 способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
Знать: технологию работы на персональном компьютере в современных операционных средах, основные методы разработки алгоритмов и программ, структуры данных, используемые для представления типовых информационных объектов, типовые алгоритмы обработки данных; **Уметь:** использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач; **Владеть:** методами построения современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств;	ОПК-3 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
Знать: - основные принципы реорганизации научно-исследовательских и инновационных работ в условиях изменения научного профиля; - особенности проведения научно-исследовательских и инновационных работ в различных социокультурных и социальных условиях. **Уметь:** - использовать на практике навыки организации научно-исследовательских и инновационных работ в смежных областях деятельности; - сформулировать новые цели работы коллектива, в условиях изменения профиля деятельности **Владеть:** - методами культивирования новых качеств исполнителей в условиях изменившегося профиля деятельности; - методами адаптации имеющихся профессиональных навыков к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, а также социокультурных и социальных условий.	ОПК-4 способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
Знать: теоретические основы физики колебаний и волн, принципы возбуждения и распространения электромагнитных волн, методы обработки сигналов; **Уметь:** пользоваться основными методами описания колебательных и волновых процессов в системах различной физической природы, методами расчета физических систем включая квантовые; уметь понимать, излагать и критически анализировать базовую радиофизическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями радиофизики; **Владеть:** экспериментальными методами исследования колебательно-волновых систем, методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической радиофизической информации навыками работы с современным экспериментальным оборудованием, методами обработки данных, включая экспериментальные	ПК-1 способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования
Знать:	ПК-2 способностью

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изученияДисциплины	Компетенции
- проблемы современной физики в области радиофизики и оптики. **Уметь:** -правильно использовать общенаучные и специальные технологии исследования. **Владеть:** -способностью использовать базовые теоретические знания (в том числе по дисциплинам профилизации) для решения научно- инновационных задач.	использовать основные методы радиофизических измерений
Знать: технологию работы на персональном компьютере в современных операционных средах, основные методы разработки алгоритмов и программ, структуры данных, используемые для представления типовых информационных объектов, типовые алгоритмы обработки данных **Уметь:** использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач; **Владеть:** методами построения современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств;	ПК-3 владением компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий
Знать: - систему защиты авторских и патентных прав в России и других странах; - основные нормативные документы по вопросам интеллектуальной собственности, патентного законодательства и авторского права РФ. **Уметь:** - вести наиболее рациональным способом поиск научно-технической и патентной информации по любому направлению науки и техники; - проводить правовой анализ отобранных научно-технических и патентных документов; - исследовать с выводами и рекомендациями о патентной чистоте и патентной способности объектов интеллектуальной собственности **Владеть:** - методиками проведения патентных исследований, правового анализа отобранных научно- технических и патентных документов; - навыками составления отчетов о научно-технических и патентных исследованиях.	ПК-4 владением методами защиты интеллектуальной собственности
Знать: основы кинетики нелинейных фотопроцессов и ее перспективные направления развития **Уметь:** - применять полученные теоретические знания к решению практических задач и экспериментальной работе с приборами **Владеть:** навыками работы с приборами, а также навыками внедрения готовых научных разработок в производство	ПК-5 способностью внедрять готовые научные разработки

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
Знать:	ОПК-1 способностью к

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
- терминологией, используемой в кинетике нелинейных фотопроцессов; - навыками поиска и систематизации информации по изучаемой дисциплине **Уметь:** - применять теоретические знания к решению практических задач **Владеть:** - основными принципами кинетики фотопроцессов; - математическим аппаратом основных теоретических моделей описания кинетики нелинейных фотопроцессов	овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности
Знать: - типы и принципы работы современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования. **Уметь:** - настраивать, обслуживать и эксплуатировать современную радиоэлектронную и оптическую аппаратуру и оборудование. **Владеть:** - методами работы с технической документацией современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования.	ПК-1 способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**
Контактная работа:	**52,25**	**52,25**
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа:	**55,75**	**55,75**
- самостоятельное изучение разделов (перечислить);		
1. *Ограничение применимости кинетичесой модели для жестких сред*	4	4
2. *Примеры и области применения кинетических моделей фотопроцессов*	2	2
3. *Границы дистанционного взаимодействия фотоактивных центров*	4	4
4. *Виды и принцип работы оборудования для снятия кинетических кривых*	4	4
5. *Сложности в теоретическом описании экспериментальных систем и возможнве пути их решения.*	4	4
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);	17	17
- подготовка к практическим занятиям;	20,75	20,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№	Наименование разделов	Количество часов

раздела		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основные понятия кинетики нелинейных фотопроцессов	13	2	4	-	8
2	Основы теоретических моделей описания кинетики нелинейных фотопроцессов	15	2	4	-	8
3	Кинетика фотопроцессов в жестких средах	17	3	6	-	10
4	Кинетика диффузионно-контролируемых процессов в жидких растворах	17	3	6	-	10
5	Кинетика фотопроцессов при дистанционном взаимодействии молекул	15	2	8	-	10
6	Применение теоретических моделей описания кинетики нелинейных фотопроцессов	31	6	6	-	10
	Итого:	108	18	34	-	56
	Всего:	108	18	34	-	56

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	2	3
1	Основные понятия кинетики нелинейных фотопроцессов	Введение. Понятие констант скорости реакций. Связь констант скорости с фундаментальными характеристиками элементарного акта. Квантово-механический расчет характеристик элементарной стадии реакции. Константа скорости элементарного акта. Электронный и колебательный факторы. Метод теории среднего поля. Формальная кинетика реакций. Моно- и бимолекулярные реакции. Комбинаторный подход к уравнениям формальной кинетики. Моно- и бимолекулярные реакции. Асимптотика решений. Концепция «полного перемешивания»
2	Основы теоретических моделей описания кинетики нелинейных фотопроцессов	Кинетика статического тушения. Статическое тушение для индуктивных и обменных процессов. Асимптотика кинетики в модели Инокути-Хираямы. Динамика радиуса черной сферы при статическом тушении. Статическое тушение в модели тонкого тушащего слоя.
3	Кинетика фотопроцессов в жестких средах	Кинетика сенсибилизированной люминесценции в жесткой матрице. Анализ случая равных времен жизни и одномерной системы. Анализ кинетики "статической" аннигиляции методом ферстеровского усреднения. Связь константы скорости второго порядка с вероятностью элементарного акта.

4	Кинетика диффузионно-контролируемых процессов в жидких растворах	Метод Смолуховского в описании кинетики диффузионно- контролируемых фотопроцессов. Определение формально- кинетической константы скорости второго порядка через микрокинетические характеристики. Асимптотика диффузионно- контролируемой кинетики. Понятие ферстеровского радиуса переноса энергии. Ферстеровский радиус для обменных и индуктивных процессов. Связь ферстеровского радиуса с радиусом реакции в методе Смолуховского. Учет конкуренции тушителей в методе ячеек для трансляционно- инвариантных систем. Дистанционное тушение люминесценции, ускоренное диффузией. Эффективный радиус черной сферы. Граничное условие «белой» сферы. Двухчастичное приближение. Неучет конкуренции стоков в методе Смолуховского. Броуновское блуждание в системе неподвижных стоков
5	Кинетика фотопроцессов при дистанционном взаимодействии молекул	Флуктуационная кинетика реакций в гетерогенных средах. Начальное пуассоновское распределение частиц. Деформация распределения в ходе реакции. Особенности передачи энергии в системах с ограниченной геометрией. Описание кинетики реакций с помощью многочастичных функций распределения. Иерархическая цепочка кинетических уравнений. Суперпозиционное приближение Кирквуда. Описание кинетики аннигиляции электронных возбуждений. Кинетика реакций при наличии взаимодействий между частицами. Взаимодействие между реагентами. Взаимодействие реагентов со структурными элементами среды: кинетика реакций в динамических структурах. Кинетика реакций в полимерных растворах. Ван-дер-Ваальсово взаимодействие. Взаимодействие двух диполей. Флуктуации дипольных моментов. Поляризуемость и сила осциллятора. Полуэмпирические модельные потенциалы межмолекулярного взаимодействия. Анизотропные потенциалы.
6	Применение теоретических моделей описания кинетики нелинейных фотопроцессов	Кинетика реакций в растворах полиэлектролитов. Диффузионно-контролируемый перенос энергии и кросс-аннигиляция малых катионов в аксиально-симметричном поле цепи ДНК. Экситоны в молекулярных кристаллах и полимерах. Когерентные и локализованные экситоны. Захват экситонов ловушками и экситон-экситонные реакции. Дистанционный перенос энергии между фрагментами полимерной цепи в клубковых структурах. Особенности кинетики фотореакций с участием органических молекул, адсорбированных на твердых поверхностях диэлектриков, полупроводников и металлов. Передача энергии с участием поверхностных экситонов и фононов. Виртуальные экситоны.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1-2	1	Закрепление знаний основных понятий кинетики нелинейных фотопроцессов	4
2-3	2	Суть уравнений формальной кинетики	4
4-5	3	Кинетика статической аннигиляции в сферических полостях и на поверхностях	6
6-7	4	Диффузионно-контролируемая кинетика	6
8-9	5	Перенос электронных возбуждений между молекулами в системе с ограниченной геометрией	8
10-13	6	Применение изученных теоретических моделей для анализа экспериментальных кинетических кривых	6
		Итого:	34

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Кучеренко М.Г. Кинетика молекулярных фотопроцессов. Постановка и решение задач. – Оренбург: ООО ИПК «Университет»: Учебное пособие. 2012. – 190 с.

5.2 Дополнительная литература

1. *Кучеренко М.Г.* Кинетика нелинейных фотопроцессов в конденсированных молекулярных системах. Оренбург: ОГУ. 1997. – 386 с.
2. *Кучеренко М.Г.* Процессы с участием электронно-возбужденных молекул. Оренбург: ОГУ. 2001. 60 с.
3. *Кучеренко М.Г., Степанов В.Н.* Экситонные процессы в полимерных цепях. Оренбург: ОГУ. 2005. – 160 с.
4. *Каплан И.Г.* Введение в теорию межмолекулярных взаимодействий. М.: Наука. 1982. -312 с.
5. *Жевандров Н.Д.* Оптическая анизотропия и миграция энергии в молекулярных кристаллах. М.: Наука. 1987. –168 с.
6. *Осадько И.С.* Селективная спектроскопия одиночных молекул. М.: Физматлит. 2000. –320 с.
7. *Мак-Глинн С., Адзуми Т.А., Киносита М.* Молекулярная спектроскопия триплетного состояния М.: Мир. 1972.- 448 с.
8. *Будак Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н.* Сборник задач по математической физике. М.: Наука. 1972. 688 с.
9. *Кучеренко М.Г., Чмерева Т.М.* Процессы с участием электронно- возбужденных молекул на поверхностях твердых адсорбентов. – Оренбург: Оренбургский государственный университет: Монография. 2010. - 346 с.

5.3 Периодические издания

1. Журнал экспериментальной и теоретической физики.
2. Успехи физических наук. МАИК. Журнал.
3. Теоретическая и математическая физика. Журнал.
4. Журнал технической физики. МАИК. Наука
5. Журнал химической физики. МАИК. Наука

6. Журнал физической химии. МАИК. Наука
7. Коллоидный журнал. МАИК. Наука

5.4 Интернет-ресурсы

1. http://www.scorcher.ru/ - Интернет-энциклопедия
2. http://www.peoples.ru/science/physics/ - Биографии ученых-физиков
3. http://www.physbook.ru/ - электронные учебники и журналы по физике.
4. http://www.knigafund.ru/ – электронная библиотечная система «КнигаФонд»
5. http://e.lanbook.com/ – электронная библиотечная система «Лань»
6. http://arxiv.org/ – open access to e-prints in Physics, Mathematics, Computer Science, Quantitative Biology, Quantitative Finance and Statistics (открытый доступ к препринтам по физике, математике, компьютерным и другим наукам)
7. http://publish.aps.org/ – Journals of the American Physical Society (APS)
8. http://www.elementy.ru/ – сайт «Элементы большой науки»
9. http://www.dxdy.ru/ – научный форум
10. http://www.math-net.ru/ – общероссийский математический сайт
11. http://www.femto.com.ua/index1.html – энциклопедия физики и техники

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

На кафедре радиофизики и электроники для студентов организована лаборатория математического моделирования физических процессов укомплектованная современными персональными компьютерами и вычислительным узлом. В этой лаборатории студентов имеют возможность моделировать различные физические процессы в таких программных комплексах, как:

Wolfram Mathematica - приложение для выполнения математических вычислений;

NI Multisim Education 10 User License - система компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств;

MEEP - программный пакет для моделирования электромагнитных систем. Лицензия GNU GPL. - Режим доступа: http://ab-initio.mit.edu/wiki/index.php/Meep

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Мультимедийный проектор, экран, ноутбук