



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)
ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП

Давыденко А.В.
(ФИО)



УТВЕРЖДАЮ
и.о. директора Департамента общей и экспериментальной
физики

Короченцев В.В.
(И.О. Фамилия)

«28» февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Кинетические явления в наноструктурах
Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
Профиль: нанотехнологии в электронике
Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 11.03.04 **Электроника и нанoeлектроника**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19 сентября 2017 г. № 927 (с изменениями и дополнениями).

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента общей и экспериментальной физики, протокол № 5 от «28» февраля 2023 г.

И.о. директора Департамента общей и экспериментальной физики: канд. хим. наук, доцент Короченцев В.В.

Составители: доктор физ.-мат. наук, Горошко Д.Л.

Владивосток
2023

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании Департамента общей и экспериментальной физики, протокол от «28» февраля 2023 г. № 5.

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики и утверждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики, протокол от «___» _____ 202 г. № _____

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики и утверждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики, протокол от «___» _____ 202 г. № _____

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики и утверждена на заседании департамента департамента общей и экспериментальной физики, протокол от «___» _____ 202 г. № _____

Аннотация дисциплины

Кинетические явления в наноструктурах

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы / 108 академических часа. Является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений ОП, блок дисциплин (модулей) по выбору, изучается на 4 курсе и завершается зачетом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 30 часов, практических занятий – 30 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 48 часов.

Язык реализации: русский.

Цель: знакомство с физическими процессами, лежащими в основе кинетических явлений в объемных и наноструктурированных материалах.

Задачи:

- познакомить студентов с механизмами переноса электрического заряда и тепла в полупроводниках и полуметаллах;
- изучить гальваномагнитные и термомагнитные эффекты в полупроводниках;
- дать представление о физических причинах отличия кинетических эффектов в объемных и наноразмерных структурах

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ОПК-1.1 формулирует фундаментальные законы природы и основные физические математические законы; ОПК-1.2 Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера; ПК-2.1 выбирает методики проведения исследований параметров и характеристик устройств и установок электроники и наноэлектроники; ПК-2.2 проводит экспериментальные исследования характеристик приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники; ПК-2.3 готовит научно-технические отчеты, публикации по результатам выполненных исследований; ПК-5.1 соблюдает правила эксплуатации технологического оборудования;

ПК-5.2 осуществляет диагностику неполадок и частичный ремонт измерительного, диагностического, технологического оборудования; ПК-5.3 проводит мониторинг диагностического, технологического оборудования, полученные в результате изучения дисциплин «Электричество и магнетизм», «Физика конденсированного состояния», «Физика полупроводников и низкоразмерных систем».

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Профессиональная компетенция	ПК-1 Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.2 Работает с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в нанoeлектронике	<u>Знает</u> контрольно-измерительное оборудование, используемое в нанoeлектронике; <u>Умеет</u> работать с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в нанoeлектронике; <u>Владеет</u> способностью контролировать и измерять характеристики и параметры нанoeлектронных систем и приборов
Профессиональная компетенция	ПК-2 Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем,	ПК-2.1 Выбирает методики проведения исследований параметров и характеристик устройств и установок электроники и нанoeлектроники	<u>Знает</u> методики проведения исследований параметров и характеристик устройств и установок электроники и нанoeлектроники; <u>Умеет</u> проводить исследования параметров и характеристик устройств и установок электроники и нанoeлектроники; <u>Владеет</u> способностью проведения исследований параметров и характеристик

	устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения		устройств и установок электроники и наноэлектроники
--	--	--	--

I. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель: знакомство с физическими процессами, лежащими в основе кинетических явлений в объемных и наноструктурированных материалах.

Задачи:

– Познакомить студентов с механизмами переноса электрического заряда и тепла в полупроводниках и полуметаллах;

– Изучить гальваномагнитные и термомагнитные эффекты в полупроводниках;

– Дать представление о физических причинах отличия кинетических эффектов в объемных и наноразмерных структурах.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ОПК-1.1 формулирует фундаментальные законы природы и основные физические математические законы; ОПК-1.2 Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера; ПК-2.1 выбирает методики проведения исследований параметров и характеристик устройств и установок электроники и нанoeлектроники; ПК-2.2 проводит экспериментальные исследования характеристик приборов, схем, устройств электроники и нанoeлектроники; ПК-2.3 готовит научно-технические отчеты, публикации по результатам выполненных исследований; ПК-5.1 соблюдает правила эксплуатации технологического оборудования; ПК-5.2 осуществляет диагностику неполадок и частичный ремонт измерительного, диагностического, технологического оборудования; ПК-5.3 проводит мониторинг диагностического, технологического оборудования, полученные в результате изучения дисциплин «Электричество и магнетизм», «Физика конденсированного состояния», «Физика полупроводников и низкоразмерных систем».

Профессиональные компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине

Тип задач	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Научно-исследовательский	ПК-1 Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.2 Работает с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в наноэлектронике	<u>Знает</u> контрольно-измерительное оборудование, используемое в наноэлектронике; <u>Умеет</u> работать с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в наноэлектронике; <u>Владеет</u> способностью контролировать и измерять характеристики и параметры наноэлектронных систем и приборов
Научно-исследовательский	ПК-2 Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	ПК-2.1 Выбирает методики проведения исследований параметров и характеристик устройств и установок электроники и наноэлектроники	<u>Знает</u> методики проведения исследований параметров и характеристик устройств и установок электроники и наноэлектроники; <u>Умеет</u> проводить исследования параметров и характеристик устройств и установок электроники и наноэлектроники; <u>Владеет</u> способностью проведения исследований параметров и характеристик устройств и установок электроники и наноэлектроники

II. Трудоемкость дисциплины и виды учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы (108 академических часа).

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Конт роль	Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК*	СР		
1.	Раздел Кинетические явления в наноструктурах	7	30	-	30	0	48	-	Зачет
	Итого:		30	-	30	0	48	-	

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Тема 1. Формирование наноструктур на поверхности кремния

Создание высокоплотных массивов наноразмерных островков полупроводниковых силицидов переходных металлов на монокристаллическом кремнии. Влияние ориентации подложки и предварительно сформированных поверхностных реконструкций на формирование высокоплотных массивов наноразмерных островков полупроводниковых силицидов переходных металлов.

Тема 2. Объемные наноструктуры

Формирование заращенных кремнием массивов островков полупроводниковых силицидов железа и хрома, сформированных на поверхности монокристаллического кремния. Создание многопериодных нанокompозитов со встроенными нанокристаллитами полупроводниковых силицидов в кремниевой матрице. Ионная имплантация и постимплантационная обработка для формирования наноструктур со встроенными кристаллитами полупроводниковых силицидов.

Тема 3. Оптическая спектроскопия для характеристики наноструктур

Определение параметров фундаментальных межзонных переходов нанокompозитов с нанокристаллитами одного и двух полупроводниковых силицидов. Метод оптической спектроскопии.

Тема 4. Определение кинетических параметров наноструктурированных систем

Механизмы переноса носителей заряда при низких и высоких температурах в нанокompозитах со встроенными нанокристаллитами полупроводниковых силицидов. Термоэлектрические свойства нанокompозитных материалов. Селективное легирование термоэлектриков.

Тема 5. Излучательные и фотоспектральные свойства наноструктур

Люминесцентные свойства светодиодов на основе кремния со встроенными нанокристаллитами полупроводникового дисилицида железа. Фото спектральные свойства диодов на основе полупроводниковых наноконпозитов. Расширение спектрального диапазона чувствительности кремниевых детекторов.

Тема 6. Наноразмерные металлические частицы: получение, свойства

Металлические наночастицы: оптические свойства, обусловленные возбуждением плазмонов. Гранулированные металлические пленки: время дефазировки плазмона.

Тема 7. Электронный газ пониженной размерности

Энергетический спектр электронного газа пониженной размерности. Оптическое поглощение электронного газа пониженной размерности. Влияние упругих напряжений кристаллической решетки на энергетический спектр электронного газа.

Тема 8. Фотовольтаические эффекты и фотопроводимость в квантоворазмерных гетероструктурах

Спектроскопия фотоэдс и фототока на барьерах квантоворазмерных гетероструктур с металлом.

Тема 9. Колебательные зонные состояния в сверхрешетках

Фононы в объемных и ограниченных структурах. Рамановское рассеяние на сложенных акустических фононах. Фононы в нанокристаллах. Расчеты колебательных спектров нанокристаллов. Размерно-ограниченные кристаллические среды. Квантованные конфайментные оптические и акустические моды.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1. Определение кинетических параметров наноструктурированных систем

Критерии сильного и слабого магнитного поля в отношении носителей зарядов в полупроводнике.

Влияние механизмов рассеяния на температурный характер движения электронов.

Особенности эффекта Холла в неоднородных средах.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2. Анализ спектральных зависимостей фото-ЭДС и фототока в гетероструктурах

Как влияет скорость поверхностной рекомбинации носителей заряда на фотоэдс?

Какова связь между шириной запрещенной зоны и краем поглощения в гетероструктуре?

В чем отличие внешней и внутренней квантовой эффективности?

Теоретический предел КПД солнечного элемента.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3. Анализ спектров люминесценции наногетероструктур

Что такое рекомбинационное излучение?

Чем обусловлено различие в спектрах фото и электролюминесценции?

Отличие люминесценции наногетероструктур и объемных полупроводников.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4. Эффект Зеебека в структурно однородных и неоднородных полупроводниках

Что характеризует параметр ZT в термоэлектриках?

Как связан коэффициент термоэдс с электропроводностью в классических и наноструктурированных термоэлектриках?

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №1. Формирование наноструктур на поверхности кремния.

Что такое эпитаксиальная структура?

Как избежать образование дефектов интерфейса при гетероэпитаксии?

В чем состоит особенность взаимодействия железа и кремния при молекулярно-лучевой эпитаксии?

Движущая сила процесса самоформирования массива высокоплотных островков на кремнии.

Как влияет ориентация поверхности подложки на процесс самоорганизации?

Зачем нужны поверхностные реконструкции при гетероэпитаксии?

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №2. Оптическая спектроскопия для характеристики наноструктур

Характерные особенности спектров отражения и пропускания кремниевой подложки.

Явление интерференции в слоистых гетероструктурах.

Определение энергии непрямого межзонного перехода на тонких образцах.

Что такое собственное поглощение?

В чем состоит правило отбора для электронных переходов?

Роль фонона при непрямых переходах.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №3. Наноразмерные металлические частицы: получение, свойства

Плазменные возбуждения в твердых телах и одноэлектронное возбуждение.

Зависимость частоты плазмонов от формы и размера частиц.

Температурная зависимость спектров экстинкции массивов металлических наночастиц.

Спектр экстинкции плазмонов, локализованных в металлических частицах, его ширина.

Методики анализа спектра экстинкции.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №4. Электронный газ пониженной размерности

Природа возникновения электронного газа пониженной размерности.

Типы локализации электронов в квантовых ямах.

Чем определяется фотоэлектрический спектр квантово-размерных образований?

Существуют ли ограничения по размеру квантовой ямы, при которых квантовая точка проявляет свои свойства?

При каких условиях может наблюдаться размерный эффект в наноструктурах:

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №5. Фотовольтаические эффекты и фотопроводимость в квантово-размерных гетероструктурах

Какие факторы надо учесть при оценке спектра реальной гетероструктуры с квантовой ямой?

Модели для описания квантовых ям и квантовых точек.

Как зависит коэффициент поглощения квантовой ямы от энергии?

Чем ограничивается эмиссия электронно-дырочных пар из квантовой ямы?

Как толщина покровного слоя гетероструктуры влияет на энергетический спектр квантовых точек?

Как фотоэлектрическая спектроскопия применяется для исследования дефектообразования в полупроводниках?

V. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства *	
				текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Кинетические явления в наноструктурах	ПК-1.2 Работает с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в нанoeлектронике	<u>Знает</u> контрольно-измерительное оборудование, используемое в нанoeлектронике;	УО-1	вопросы к зачету 1-20
			<u>Умеет</u> работать с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в нанoeлектронике;	УО-1	
			<u>Владеет</u> способностью контролировать и измерять характеристики и параметры нанoeлектронных систем и приборов	ПР-4	
2	Кинетические явления в наноструктурах	ПК-2.1 Выбирает методики проведения исследований параметров и характеристик устройств и установок электроники и нанoeлектроник и	<u>Знает</u> методики проведения исследований параметров и характеристик устройств и установок электроники и нанoeлектроники;	УО-1	
			<u>Умеет</u> проводить исследования параметров и характеристик устройств и установок электроники и нанoeлектроники;	УО-1	
			<u>Владеет</u> способностью проведения исследований параметров и характеристик устройств и установок электроники и нанoeлектроники	ПР-4	
3	Зачет				ПР-2

* Формы оценочных средств:

1) собеседование (УО-1), коллоквиум (УО-2); доклад, сообщение (УО-3); круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты (УО-4); и т.д.

2) тесты (ПР-1); контрольные работы (ПР-2), эссе (ПР-3), рефераты (ПР-4), курсовые работы (ПР-5), научно-учебные отчеты по практикам (ПР-6); лабораторная работа (ПР-7); портфолио (ПР-8); проект (ПР-9); деловая и/или ролевая игра (ПР-10); кейс-задача (ПР-11); рабочая тетрадь (ПР-12); и т.д.

3) тренажер (ТС-1); и т.д.

VI. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

VII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Лозовский В.Н., Константинова Г.С., Лозовский С.В. Нанотехнология в электронике. Введение в специальность. Учебное пособие. Лань 2008, 336 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=232
2. Суздаев И. П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. Либроком, 2013, 592 стр. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:242083&theme=FEFU>
3. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии: Учебное пособие / Под общ. редакцией Л.Н. Патрикеева. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 431 с. Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/622/64622>
4. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований./ (Дж. Уайтсайде, Эйглер Д., Р. Андерс и др. Под ред. М. К. Роко,

Р. С. Уильямса и П. Аливисатоса) М.: Мир, 2002, 292 стр. Режим доступа: <http://log-in.ru/books/nanotekhnologiya-v-blizhaiyshem-desyatiletii-prognoz-napravleniya-issledovaniiy-1-dzh-uaiytsaiyds-eiygler-d-r-anders-i-dr-pod-red-m-k-roko-r-s-uilyamsa-i-p-alivisatosa-nauka-i-obrazovanie/>

5. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2007. - 414 с. Режим доступа: http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Lan:/usr/vtls/ChamoHome/visualizer/data_lan/data_lan+%285574%29.xml&theme=FEFU.

Дополнительная литература

1. Галкин Н.Г. и др. Формирование наноразмерных островков CrSi₂ на Si(111)7x7 и покрывающих эпитаксиальных слоев кремния в гетероструктурах Si(111)/нанокристаллиты CrSi₂/Si // Журнал технической физики 2007, т. 77, вып. 8, с.120-126.

2. Galkin N.G. et. al. Formation and transport properties of Si(111)/b-FeSi₂/Si nanoclusters structures //6-th Japan-Russia Seminar on Semiconductor surfaces. Abstracts, October 10-17, 2004, Toyama University, Japan, p. L3.

3. Галкин Н.Г. и др. Формирование, кристаллическая структура и свойства кремния со встроенными нанокристаллитами дисилицида железа на подложках Si(100) // Физика и техника полупроводников, 2007, том 41, вып. 9, с.1085-1092.

4. Galkin N.G. et. al. Silicon layers atop iron silicide nanoislands on Si(100) substrate: island formation, silicon growth, morphology and structure // Thin Solid Films, V. 515 (No 20-21) (2007) 7805-7812.

5. Галкин Н.Г. и др. Влияние толщины слоя хрома на морфологию и оптические свойства гетероструктур Si(111)/нанокристаллиты CrSi₂/Si(111) // Физика твердого тела, 2008, т. 50, вып. 2, с.345-353.

6. Галкин Н.Г. и др. Эпитаксиальный рост кремния на кремнии, имплантированном ионами железа, и оптические свойства полученных структур // Журнал технической физики, 2008, т. 78, вып. 2, с.84-90.

7. Goroshko D.L. et. al. Electrical Properties of Thin Iron Films Grown on Clean Si(100) and on Si(100)-c(4×12)-Al Surface Phase // e-Journal of Surface Science and Nanotechnology Vol. 7 (2009) 167-172.

8. Komnik Yu. F. The 2D conducting system formed by nanocrystallites CrSi₂ in the (111) plane of silicon: New object // Physica E 64 (2014) 165–168.

9. Galkin N.G. et. al. Morphological, structural and luminescence properties of Si/β-FeSi₂/Si heterostructures fabricated by Fe ion implantation and Si MBE // J. Phys. D: Appl. Phys, 40 (2007) 5319–5326.

10. Шамирзаев Т.С. и др. Светодиодные 1.5-мкм электролюминесцентные излучатели на основе структур p⁺-Si/НК beta-FeSi₂/n-Si // ФТП, 2015, том 49, выпуск 4 с. 519-523.

11. К. Борен, Д. Хафмен. Поглощение и рассеяние света малыми частицами. М. Мир. 1986.

12. Оптика наноструктур. Под ред. А.В. Федорова. Изд-во «Недра», СПб, 2005.

13. Демиховский В.Я., Вугальтер Г.А. Физика квантовых низкоразмерных структур. М.: Логос, 2000.

14. Карпович И.А. и др. Фотоэлектрические свойства эпитаксиальных гетероструктур GaAs/InGaAs с квантовой ямой. ФТП 1990, 24, 2172.

15. Милехин А.Г. Спектроскопия колебательных состояний низкоразмерных многослойных структур. Институт физики полупроводников СО РАН. Новосибирск, 2006.

16. Питер Ю., Кардона М. Основы физики полупроводников. М.: Физматлит, 2002. - 560 с.

Онлайн курс

1. "Строение вещества: от атомов и молекул до материалов и наночастиц" в объеме 2 з.е., разработчик СПбГУ
<<https://openedu.ru/course/spbu/CHEM2/>>

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 студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение: Microsoft Teams, Microsoft Office (Power Point, Word), Blackboard Learn, программное обеспечение сервисов сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

Информационно справочные системы и профессиональные базы данных:

1. ЭБС ДВФУ - <https://www.dvfu.ru/library/electronic-resources/>
2. Электронная библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. Электронная библиотечная система «Консультант студента»: <http://www.studentlibrary.ru>
4. Электронная библиотечная система «eLIBRARY.RU»: <http://www.elibrary.ru/>
5. Электронная библиотечная система «Юрайт»: <http://www.urait.ru/ebs>
6. Электронная библиотечная система «Znanium»: <http://znanium.com/>
7. Электронная библиотечная система IPRbooks: <http://iprbookshop.ru/>
8. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
9. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.ur0l>
10. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>

11. Информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам" - <http://window.edu.ru/>

12. Доступ к электронному заказу книг в библиотеке ДВФУ - <http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU>

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы: лекциях и практиках, выполнение аттестационных мероприятий. В процессе изучения дисциплины студенту необходимо ориентироваться на проработку лекционного материала, подготовку к практическим занятиям, выполнение контрольных и самостоятельных работ.

Освоение дисциплины «Кинетические явления в наноструктурах» предполагает рейтинговую систему оценки знаний студентов и предусматривает со стороны преподавателя текущий контроль за посещением студентами лекций, подготовкой и выполнением всех практических заданий, выполнением всех видов самостоятельной работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине «Кинетические явления в наноструктурах» является зачет.

Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Шкала оценивания сформированности образовательных результатов по дисциплине представлена в фонде оценочных средств (ФОС).

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

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
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 502. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная.</p>	<p>ПЕРЕЧЕНЬ ПО</p>
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы</p>	<p>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.)</p>	<p>ПЕРЕЧЕНЬ ПО</p>