



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

**ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ
(ШКОЛЫ)**

«СОГЛАСОВАНО»

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель ОП
1.3.8. Физика конденсированного состояния
математические науки)
(название образовательной программы)

Л. Л. Афремов

(подпись)

(Ф.И.О.)

« » 20 г.



Директор Департамента
теоретической физики и интеллектуальных технологий
(название образовательной программы)

К. В. Нефедев

(подпись)

(Ф.И.О.)

« » 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы формирования конденсированных сред

1.3.8. Физика конденсированного состояния

курс 2 семестр 3

лекции 8 час. / 0,25 з.е.

практические занятия 10 час. / 0,27 з.е.

лабораторные работы – не предусмотрены.

с использованием МАО лек. 8 час.

всего часов контактной работы 18 час.

в том числе с использованием МАО 8 час., в электронной форме 10 час.

самостоятельная работа 54 час.

в том числе на подготовку к зачету 8 час.

зачет 3 семестр

экзамен нет семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденными Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. N 951 и паспортом научной специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния .

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента (кафедры) Теоретической физики и интеллектуальных технологий, протокол № 8 от «18» марта 2022 г.

Директор департамента/заведующий кафедрой Нефедев К. В.

Составитель (ли): д-р физ.- мат. наук, профессор, профессор департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий Л.Л. Афремов

Оборотная сторона титульного листа

I. Рабочая программа актуализирована на заседании департамента/кафедры:

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

Директор департамента/заведующий кафедрой

_____ Нефедев К. В.

(подпись)

(И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа актуализирована на заседании департамента/кафедры:

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

Заведующий департаментом

_____ Нефедев К. В.

(подпись)

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Физические основы формирования конденсированных сред» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе 1.3.8 «Физика конденсированного состояния», входит в образовательный компонент дисциплины по выбору под номером 2.1.4.1.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (8 часов, из них 8 часов занятий с применением методов активного обучения (МАО)), 10 часов практических занятий, самостоятельная работа (54 часа). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3-ом семестре. Форма контроля - зачет (3 семестр)

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденными Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. N 951 и паспортом научной специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния .

В результате изучения дисциплины у аспирантов формируются следующие универсальные, общепрофессиональные, профессиональные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 Владение методами математического описания физических процессов, протекающих в конденсированных средах	Знает	основные методы математического описания физических процессов, протекающих в конденсированных средах
	Умеет	выбирать математические методы необходимые для описания физических процессов, протекающих в конденсированных средах, критически оценивать область применимости выбранных математических методов для описания протекающих в конденсированных средах физических процессов
	Владеет	методами математического описания физических полей
ПК-2 Владение основными методами	Знает	основные методы экспериментального исследования структуры конденсированных сред;

компьютерного моделирования состояния и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения		основные типы лабораторных установок (оборудования) для экспериментального исследования структуры конденсированных сред
	Умеет	обосновано выбирать методы экспериментального исследования структуры конденсированных сред, использовать современное лабораторное оборудование для проведения эксперимента
	Владеет	основными методами компьютерного моделирования физических процессов
ПК-3 Владение основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред	Знает	основные методы исследования физических свойств конденсированных сред; методы исследования функциональных характеристик конденсированных сред
	Умеет	выбирать и применять методы исследования физических свойств конденсированных сред, выбирать и применять методы исследования функциональных характеристик конденсированных сред
	Владеет	основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред
ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знает	современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в области физики конденсированного состояния
	Умеет	рационально организовывать научную работу в выбранной области физики конденсированных сред
	Владеет	навыками осуществления научно-исследовательской деятельности в области физики и астрономии с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знает	методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
	Умеет	анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений

	Владеет	навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
--	---------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(**_8_ час.**, в том числе **_8_ час.** с использованием методов активного обучения)

Модуль 1. Формирование конденсированных сред (5 час.)

Раздел I. Термодинамическая теория (1,5 час.)

Тема 1. Размер критического зародыша (0,5 час)

Критический размер зародыша определяется соотношением двух упоминавшихся выше величин - поверхностной и объемной свободной энергии. Зародыши устойчивы, если понижение объемной свободной энергии превосходит рост поверхностной свободной энергии.

Интерактивная форма : лекция визуализация

Тема 2. Роль температуры подложки, скорости осаждения при формировании критического размера островка (0,5 час)

Зависимость адгезионной прочности пленочных покрытий от температуры подложки. Исследования влияния температуры подложки на адгезионную прочность.

Интерактивная форма : лекция визуализация

Тема 3. Взаимодействие островков с подложкой на границе раздела (0,5 час)

Механизмы повышенной адгезии. Силы Ван-дер-Ваальса. Влияние избытка поверхностной энергии на адгезионное взаимодействие наночастиц.

Интерактивная форма : лекция визуализация

Раздел 2. Микрокинетическая теория конденсации (1,5 час.)

Тема 1. Условия полной и неполной конденсации в начальной стадии роста. Испарение зародышей (0,5 час)

Кинетическая теория формирования тонких пленок. Процесс формирования пленки на планарной поверхности по двумерному механизму. Стадии роста пленки. Испарение зародышей.

Интерактивная форма : лекция визуализация

Тема 2. Критическое число зародышей и критическая скорость роста зародышей. Коэффициент прилипания и замедленная конденсация (0,5 час)

Кристаллизация, условия кристаллизации. Зародыши кристаллизации. Эпитаксия. Рост кристаллов.

Интерактивная форма : лекция визуализация

Тема 3. Рост на идеальной поверхности и поверхности, содержащей дефекты (0,5 час)

Структура и свойства дефектов поверхности. Влияние дефектов на рост пленок.

Интерактивная форма : лекция визуализация

Раздел 3. Теория гетерогенного образования зародышей (1,5 час.)

Тема 1. Форма зародышей и контактный угол. Анализ некоторых следствий изменения контактного угла (0,5 час)

Влияние формы зародышей и контактный уровень к поверхности подложки. Влияние изменения контактного угла .

Интерактивная форма : лекция визуализация

Тема 2. Зарождение и разрастание зародышей. Структура поверхности раздела фаз (0,5 час.)

Равновесные, квазиравновесные и кинетические модели, описывающие механизм зарождения и роста объемных кристаллов и слоев с учетом термодинамического, квантово-механического и молекулярно-статистического анализов элементарных актов.

Интерактивная форма : лекция визуализация

Тема 3. Температура подложки и ее влияние на образование зародышей (0,5 час)

Влияние температуры подложки на формирование зарождения. Различные методы прогрева подложки. Влияние их на формирование зародышей.

Интерактивная форма : лекция визуализация

Тема 4. Роль несовершенства подложки в процессе формирования конденсата. Влияние примесей (0,5 час.)

Влияние дефектов и сколов подложки на процесс формирования конденсата. Примеси как центры зарождения.

Интерактивная форма : дискуссия по основным вопросам темы лекции

Модуль 2. Морфологическая эволюция островковых пленок (3 час.)

Раздел 1. Основные типы морфологических изменений (1,5 час.)

Тема 1. Взаимодействие островков с подложкой на границе раздела (1 час)

Флуктуации плотности адсорбированных атомов. Высокая температура поверхности и низкая плотность тока через подложку влияние на формирование дефектов.

Интерактивная форма : лекция визуализация

Тема 2. Механизмы конденсации пленок: пар→переохлажденная жидкость, пар →кристалл, пар →жидкость →кристалл (0,5 час)

Основные параметры осаждения тонких пленок, оказывающие влияние на рост и структуру тонких пленок. Температура источника. Температура подложки. Скорость конденсации. Угол падения молекулярного пучка на подложку.

Интерактивная форма : лекция визуализация

Тема 3. Коалесценция, коагуляция, образование каналов. Образование сплошной пленки (0,5 час)

Коалесценция – это укрупнение мелких капель при их слипании, вплоть до образования сплошной пленки, что приводит к расслоению фаз. Если плотность дисперсной фазы меньше плотности дисперсионной среды. Энергия Гельмгольца дисперсной системы. Математическая модель коалесценции

Интерактивная форма : лекция визуализация

Раздел 2. Формирование дефектов кристаллического строения пленок при различных механизмах формирования пленок (1,5 час.)

Тема 1. Механизм пар→кристалл без коалесценции и пар→кристалл с коалесценцией (0,5час)

Механизм пар→кристалл без коалесценции и пар→кристалл с коалесценцией

Интерактивная форма : лекция визуализация

Тема 2. Дефекты типа дислокации и двойники. (0,5 час)

Основные характеристики дислокаций: линия дислокаций, вектор Бюргерса, единичный вектор Бюргерса.

Интерактивная форма : лекция визуализация

Тема 3. Напряжения, создаваемые дислокациями, энергия дислокаций. (0,5 час)

Взаимодействие дислокаций и взаимодействие дислокации с точечными дефектами. Малоугловые и большеугловые межзеренные границы

Интерактивная форма : дискуссия по основным вопросам темы лекции

**II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ
КУРСА**

(10 час., в том числе 0 час. с использованием методов активного обучения)

Практические занятия (10 / 0час.)

Модуль 1. Формирование эпитаксиальных пленок (5 час.)

Занятие 1. Теория эпитаксиального наращивания (2.5 час.)

1. Теория геометрического соответствия между решетками выращенного слоя и подложкой (0,5 час)
2. Теория, основанная на зарождении центров кристаллизации (0,5 час)
3. Влияние совершенства подложки и точечных дефектов на рост эпитаксиальных пленок (0,5 час)
4. Влияние температуры подложки и скорости осаждения на структуру пленок (0,5 час)
5. Виды эпитаксии и типы границ сопряжения (0,5 час)

Занятие 2. Структура границ сопряжения (2.5 час.)

1. Компенсация несоответствия параметров решеток пленки и подложки согласно теории эпитаксиального роста Франка и Ван-дер-Мерве (1.5 час)
2. Снятие несоответствия параметров решеток пленки и подложки упругими напряжениями и образованием дислокаций несоответствия (графики) (1 час.)
3. Критический радиус зерна и критическая толщина пленки (1 час)

Модуль 2. Влияние толщины и температуры подложки на размер зерна в пленках и наноструктурах (5 час.)

Занятие 1. Механические, электрические и магнитные свойства тонких пленок и наноразмерных структур (2 час.)

1. Размер зерен, плотность межзеренных границ, внутренние напряжения конденсатов (0,5 час)
2. Механические свойства наноструктурированных пленок (0,5 час.)
3. Магнитные свойства (1 час.)

Занятие 2. Многослойные наноструктурированные пленки (3 час.)

1. Гигантское (изотропное) и анизотропное магнитосопротивление. Продольное и поперечное магнитосопротивление (1 час)
2. Косвенное обменное взаимодействие. Роль немагнитной прослойки и осцилляции магнитосопротивления (1 час.)
3. Осцилляции магнитных параметров (коэрцитивной силы, поля насыщения) с изменением толщины немагнитной прослойки (1 час.)

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Физические основы формирования конденсированных сред» представлено в приложении 1, и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Юраков, Ю.А. Получение тонких пленок сложного состава методом испарения и конденсации в вакууме [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов/ Ю. А. Юраков. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2008. - 18 с. <http://window.edu.ru/resource/535/65535/>
2. Борисенко, В. Е. Наноэлектроника: теория и практика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, А. Л. Данилюк, Е. А. Уткина.—3-е изд. (эл.).— М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 366 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=485670>

Дополнительная литература

1. Анфимов, И.М. Физика конденсированного состояния. Электронная структура твердых тел. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.М. Анфимов, С.П. Кобелева, И.В. Щемеров. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2014. — 76 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/51696.....>
2. Григорьев, Ф.И. Осаждение тонких пленок из низкотемпературной плазмы и ионных пучков в технологии микроэлектроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф. И. Григорьев. - Моск. гос. ин-т электроники и математики. - М., 2006. - 36 с. <http://window.edu.ru/resource/783/76783>
3. Чеботкевич, Л. А. Теория дислокаций/ Л. А. Чеботкевич. - Владивосток, ДВГУ, 2007. — 142 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:251161&theme=FEFU>
4. Чеботкевич, Л. А. Закрепление доменных границ структурными дефектами и коэрцитивная сила плёнок: учебное пособие / Л. А. Чеботкевич. - Владивосток, ДВГУ, 1993. — 112 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:38485&theme=FEFU>
5. Чеботкевич, Л. А. Физические основы технологии и формирования конденсированных сред: учебное пособие / Л. А. Чеботкевич. - Владивосток, ДВГУ, 2001. — 261 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:18296&theme=FEFU>

6. Юдин, В. В. Информатика сетевых структур. Вероятность. Древесные графы. Фракталы: учебное пособие/ В. В. Юдин, Е. А. Любченко, Т. А. Писаренко - Владивосток: изд-во Дальневосточного университета, 2003. - 244 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:3900&theme=FEFU>

7. Лифшиц, В. Г. Процессы на поверхности твердых тел / В. Г. Лифшиц, С. М. Репинский. – Владивосток: изд-во Дальнаука, 2003. – 703 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:5227&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

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. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>
4. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
5. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Место расположения компьютерной техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, кампус ДВФУ, корпус L, ауд. L560.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, кампус ДВФУ, корпус L, ауд. L556.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.

V. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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, поэтому посещение лекций крайне необходимо!

Важной является самостоятельная работа по курсу. В ходе этой работы необходимо тщательно изучить теоретический материал и систематизировать основные формулы, которые могут быть использованы при решении практических задач.

Методические указания по подготовке доклада

По отдельным темам на коллоквиумах могут делаться более емкие и глубокие доклады – до 15-20 минут. Тема доклада может быть предложена преподавателем или выбрана обучающимся самостоятельно.

При подготовке к докладу проводится подбор литературных источников по теме из рекомендуемой основной и дополнительной литературы, а также работа с ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», указанными в рабочей программе.

Работа с текстом научных книг и учебников состоит не только в прочтении материала, необходимо провести анализ, сравнить изложение материала в разных источниках, подобрать материал таким образом, чтобы он раскрывал тему доклада. Проанализированный материал конспектируют, при этом надо избегать простого переписывания текстов без каких-либо комментариев и анализа. Прямое заимствование текстов других авторов в науке не допускается, оно определяется как плагиат и является наказуемым. Цитирование небольших фрагментов (со ссылкой на автора) допускается, если надо подчеркнуть стиль или сущность авторского определения, но злоупотреблять чужими текстами нельзя. Доклад должен быть выстроен логично, материал излагается цельно, связно и последовательно, делаются выводы. Желательно, чтобы обучающимся мог выразить своё мнение по обсуждаемой проблеме. Необходимо заранее продумать схемы для иллюстрации на доске или приготовить их в форме компьютерной презентации. В докладе обязательно необходимо использовать термины и ключевые слова по данной теме. После доклада проводится обсуждение с

дополнениями и поправками. Оценивается как качество доклада, так и активность участников дискуссии.

Подготовка к экзамену

В процессе подготовки к экзамену, следует ликвидировать имеющиеся пробелы в знаниях, углубить, систематизировать и упорядочить знания. Наличие полных собственных конспектов лекций является необходимым условием успешной сдачи экзамена. Если пропущена какая-либо лекция, необходимо ее восстановить, обдумать, устранить возникшие вопросы, чтобы запоминание материала было осознанным. Следует помнить, что при подготовке к экзаменам вначале надо просмотреть материал по всем вопросам сдаваемой дисциплины, далее отметить для себя наиболее трудные вопросы и обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ 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. L560. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Парты и стулья, экран проекционный SENSSCREEN ES-431150 150* настенно-потолочный моторизированный, покрытие Matte White, 4:3, размер рабочей поверхности 305*229 , проектор BenQ MW 526 E.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L556. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Парты и стулья, экран проекционный SENSSCREEN ES-431150 150* настенно-потолочный моторизированный, покрытие Matte White, 4:3, размер рабочей поверхности 305*229 , проектор BenQ MW 526 E.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L557.	Парты и стулья, экран проекционный SENSSCREEN ES-431150 150* настенно-потолочный моторизированный, покрытие Matte White, 4:3, размер рабочей поверхности	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	305*229 , проектор BenQ MW 526 E.	
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------	--

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

**ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ
(ШКОЛЫ)**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**
по дисциплине «Физические основы конденсированных сред»
1.3.8. Физика конденсированного состояния

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-2 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к докладу	8 часов	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад
2	3-6 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к докладу	8 часов	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад
3	7-10 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к докладу	8 часов	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад
4	11-13 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к докладу	8 часов	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад
5	14-15 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к докладу	8 часов	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад
6	15-16 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к докладу	8 часов	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад
7	17-18 неделя	Подготовка к экзамену	8 часов	зачет

Методические указания по работе с литературой

Надо составить первоначальный список источников. Основой может стать список литературы, рекомендованный в рабочей программе курса. Для удобства работы можно составить собственную картотеку отобранных источников (фамилия авторов, заглавие, характеристики издания) в виде рабочего файла в компьютере. Такая картотека имеет преимущество, т.к. она

позволяет добавлять источники, заменять по необходимости одни на другие, Первоначальный список литературы можно дополнить, используя электронный каталог библиотеки ДВФУ, при этом не стесняйтесь обращаться за помощью к сотрудникам библиотеки.

Работая с литературой по той или другой теме, надо не только прочитать, но и усвоить метод ее изучения: сделать краткий конспект, алгоритм, схему прочитанного материала, что позволяет быстрее его понять, запомнить. Не рекомендуется дословно переписывать текст.

Методические рекомендации к самостоятельной работе студента

Текущий контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе проведения практических занятий (устный опрос), коллоквиумов и тестирования. На основании этих результатов студент получает текущие и экзаменационные оценки, по которым выводится итоговая оценка. Промежуточная (семестровая) аттестация проводится в форме устного экзамена.

Методические указания по подготовке доклада

По отдельным темам на коллоквиумах могут делаться более емкие и глубокие доклады – до 15-20 минут. Тема доклада может быть предложена преподавателем или выбрана студентом самостоятельно.

При подготовке к докладу проводится подбор литературных источников по теме из рекомендуемой основной и дополнительной литературы, а также работа с ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», указанными в рабочей программе.

Работа с текстом научных книг и учебников состоит не только в прочтении материала, необходимо провести анализ, сравнить изложение материала в разных источниках, подобрать материал таким образом, чтобы он раскрывал тему доклада. Проанализированный материал конспектируют, при этом надо избегать простого переписывания текстов без каких-либо комментариев и анализа. Прямое заимствование текстов других авторов в науке не допускается, оно определяется как плагиат и является наказуемым. Цитирование небольших фрагментов (со ссылкой на автора) допускается, если надо подчеркнуть стиль или сущность авторского определения, но злоупотреблять чужими текстами нельзя. Доклад должен быть выстроен логично, материал излагается цельно, связно и последовательно, делаются выводы. Желательно, чтобы студент мог выразить своё мнение по обсуждаемой проблеме. Необходимо заранее продумать схемы для иллюстрации на доске или приготовить их в форме компьютерной презентации. В докладе обязательно необходимо использовать термины и

ключевые слова по данной теме. После доклада проводится обсуждение с дополнениями и поправками. Оценивается как качество доклада, так и активность участников дискуссии.



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

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ
(ШКОЛЫ)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Физические основы формирования конденсированных сред»
1.3.8. Физика конденсированного состояния

Паспорт ФОС

Шкала оценивания уровня сформированности знаний, умений, навыков

Этапы формирования		критерии	показатели
знает (пороговый уровень)	современные методы и методики анализа, в том числе в рамках новых научных подходов в науке, современные информационно-коммуникационные технологии, используемые в науке	знание методов анализа в соответствующей профессиональной области и информационно-коммуникационных технологий, используемых в данной области	способность продемонстрировать системные знания о современных методах анализа в соответствующей профессиональной области и информационно-коммуникационных технологиях, используемых в данной области
умеет (продвинутый)	осуществлять отбор и использовать оптимальные методы исследования и современные информационные технологии в научной деятельности	умение отбирать и использовать методы исследования и применять информационные технологии с учетом специфики профессиональной области	способность на высоком уровне осуществлять отбор и эффективно использовать современные исследовательские методы анализа и применения информационных технологий с учетом специфики направления подготовки
владеет (высокий)	навыками использования современных методов научного исследования и навыками применения информационно-коммуникационных технологий в науке	владение современными методами научного исследования и информационно-коммуникационных технологий	способность на высоком уровне владеть навыками системного использования современных методов научного исследования и навыками эффективного применения информационно-коммуникационных

			технологий в соответствующей профессиональной сфере
знает (пороговый уровень)	основные методы математического описания физических процессов, протекающих в данной области	Знание основных методов и понятий описания физических процессов, протекающих в данной области	способность систематического знания основных методов математического описания физических процессов, протекающих в данной области
умеет (продвинутый)	выбирать математические методы необходимые для описания физических процессов, протекающих в данной области	Умение выбирать математические методы необходимые для описания физических процессов, протекающих в данной области	способность выделять математические методы, необходимые для описания физических процессов, протекающих в данной области
владеет (высокий)	Знаниями о математических методах описания физических процессов, протекающих в данной области	Владение методами описания физических процессов и свойств в данной области	способность применять оптимальный метод математического описания физических процессов и свойств конденсированных сред для конкретных случаев, и описания экспериментальных данных.
знает (пороговый уровень)	Базовые методы компьютерного моделирования свойств конденсированных сред и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения	Знание основных методов компьютерного моделирования свойств конденсированных сред и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения	способность дать описание базовых методов компьютерного моделирования свойств конденсированных сред и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в

			зависимости от внешних условий их нахождения
умеет (продвинутый)	критически оценивать область применимости выбранных математических методов	умение критически оценивать область применимости выбранных математических методов	способность критически оценивать область применимости выбранных математических методов
владеет (высокий)	Основными методами компьютерного моделирования свойств конденсированных сред и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения	владение системой способов выявления оценки методов компьютерного моделирования свойств конденсированных сред и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения	способность владения системой способов выявления оценки методов моделирования свойств конденсированных сред и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения для решения научно-исследовательских задач
знает (пороговый уровень)	основные методы исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред	Знание основных методов исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред	способность дать определение, описать суть и идею метода исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред
умеет (продвинутый)	выбирать и применять методы исследования физических свойств и функциональных	умение аргументировано применять методы исследования физических свойств и	способность аргументировано применять методы исследования

	характеристик конденсированных сред	функциональных характеристик конденсированных сред	физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред
владеет (высокий)	основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред и применения их для решения научно-исследовательских задач	владение навыками анализа применение навыков исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред и применения их для решения научно-исследовательских задач	способность систематического применения навыков анализа применение навыков исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред и применения их для решения научно-исследовательских задач
знает (пороговый уровень)	методы критического анализа и оценки современных научных в области конденсированных сред и связи этой области с другими областями науки	знание методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных	способность систематических знаний методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных
умеет (продвинутый)	анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов при решении	умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов и умение при	способность анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыш и реализации этих

	исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	вариантов и умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений
владеет (высокий)	навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	владение технологиями критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач	способность успешного и систематического применения технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач

Оценочные средства для текущего контроля

Устный опрос – наиболее распространенный метод контроля знаний обучающихся. При устном опросе устанавливается непосредственный контакт между преподавателем и обучающимися, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для оценки количества и качества усвоения аспирантами учебного материала. Он является наиболее распространенной и адекватной формой контроля знаний учащихся, включает в себя собеседование (главным образом на экзамене), коллоквиум, доклад.

Критерии оценки устного ответа:

Оценка	Критерии
Оценка «5» «Отлично»	Аспирант показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Аспирант обнаружил понимание материала, обоснованной суждений, способность применить полученные знания на практике.
Оценка «4» «Хорошо»	Аспирант дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает

	некоторые ошибки, которые исправляет самостоятельно, и некоторые недочеты в изложении вопроса.
Оценка «3» «Удовлетворительно»	Аспирант обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в ответе.
Оценка «2» «Неудовлетворительно»	Аспирант 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 аспиранта, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.

Примерные темы для докладов

по дисциплине «**Физические основы формирования конденсированных сред**»

1. Роль температуры подложки, скорости осаждения при формировании критического размера островка
2. Теория гетерогенного образования зародышей
3. Основные типы морфологических изменений
4. Теория эпитаксиального наращивания
5. Механические свойства наноструктурированных пленок
6. Многослойные наноструктурированные пленки

Вопросы для собеседования

по дисциплине «**Физические основы формирования конденсированных сред**»

1. Формирование конденсированных сред
2. Термодинамическая теория
3. Размер критического зародыша
4. Роль температуры подложки, скорости осаждения при формировании критического размера островка
5. Взаимодействие островков с подложкой на границе раздела

6. Микрокинетическая теория конденсации
7. Условия полной и неполной конденсации в начальной стадии роста. Испарение зародышей
8. Критическое число зародышей и критическая скорость роста зародышей. Коэффициент прилипания и замедленная конденсация
9. Рост на идеальной поверхности и поверхности, содержащей дефекты
10. Теория гетерогенного образования зародышей
11. Форма зародышей и контактный угол. Анализ некоторых следствий изменения контактного угла
12. Зарождение и разрастание зародышей. Структура поверхности раздела фаз
13. Температура подложки и ее влияние на образование зародышей
14. Роль несовершенства подложки в процессе формирования конденсата. Влияние примесей
15. Морфологическая эволюция островковых пленок
16. Основные типы морфологических изменений
17. Взаимодействие островков с подложкой на границе раздела
18. Механизмы конденсации пленок: пар → переохлажденная жидкость, пар → кристалл, пар → жидкость → кристалл
19. Коалесценция, коагуляция, образование каналов. Образование сплошной пленки
20. Формирование дефектов кристаллического строения пленок при различных механизмах формирования пленок
21. Механизм пар → кристалл без коалесценции и пар → кристалл с коалесценцией
22. Дефекты типа дислокации и двойники. Основные характеристики дислокаций: линия дислокаций, вектор Бюргерса, единичный вектор Бюргерса
23. Напряжения, создаваемые дислокациями, энергия дислокаций. Взаимодействие дислокаций и взаимодействие дислокации с точечными дефектами. Малоугловые и большеугловые межзеренные границы
24. Формирование эпитаксиальных пленок
25. Теория эпитаксиального наращивания
26. Теория геометрического соответствия между решетками выращенного слоя и подложкой
27. Теория, основанная на зарождении центров кристаллизации
28. Влияние совершенства подложки и точечных дефектов на рост эпитаксиальных пленок

29. Влияние температуры подложки и скорости осаждения на структуру пленок
30. Виды эпитаксии и типы границ сопряжения
31. Структура границ сопряжения
32. Компенсация несоответствия параметров решеток пленки и подложки согласно теории эпитаксиального роста Франка и Ван-дер-Мерве
33. Снятие несоответствия параметров решеток пленки и подложки упругими напряжениями и образованием дислокаций несоответствия (графики)
34. Критический радиус зерна и критическая толщина пленки
35. Влияние толщины и температуры подложки на размер зерна в пленках и наноструктурах
36. Механические, электрические и магнитные свойства тонких пленок и наноразмерных структур
37. Размер зерен, плотность межзеренных границ, внутренние напряжения конденсатов
38. Механические свойства наноструктурированных пленок
39. Магнитные свойства (магнитная наведенная анизотропия, коэрцитивная сила, поле насыщения, поля переключения) и электросопротивление в зависимости от толщины, размера зерна и структурных дефектов.
40. Многослойные наноструктурированные пленки
41. Гигантское (изотропное) и анизотропное магнитосопротивление. Продольное и поперечное магнитосопротивление
42. Косвенное обменное взаимодействие. Роль немагнитной прослойки и осцилляции магнитосопротивления
43. Осцилляции магнитных параметров (коэрцитивной силы, поля насыщения) с изменением толщины немагнитной прослойки