



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

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель программы аспирантуры  
Материаловедение

(подпись)  
«26» мая 2021 г.

Д. С. Штарев

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Департамента  
ядерных технологий

(подпись)  
«26» мая 2021 г.

И.Г. Тананаев



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Моделирование в физике и материаловедении**

Направление подготовки *22.06.01 Технологии материалов*

Профиль *«Материаловедение (по отраслям)»*

Форма подготовки (очная)

курс 2 семестр 3, 4

лекции 36 час. / 1 з.е.

практические занятия 0 час. / 0 з.е.

лабораторные работы 0 час. / 0 з.е.

с использованием МАО лек. 18 /пр. 0 /лаб. 0 час.

всего часов контактной работы 36 час.

в том числе с использованием МАО 10 час., в электронной форме 0 час.

самостоятельная работа 108 час.

зачет 3 семестр

экзамен 4 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30.07.2014 № 884

Рабочая программа обсуждена на заседании академического департамента ядерных технологий ШЕН, протокол № 4 от «26» мая 2021 г.

Директор департамента: д. хим. наук, член-кор РАН Тананаев И.Г.

Составитель: к. физ-мат. наук Штарев Д.С., Патрушева О.В.

**Оборотная сторона титульного листа**

**I. Рабочая программа актуализирована на заседании департамента/кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа актуализирована на заседании департамента/кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Моделирование в физике и материаловедении» предназначена для аспирантов, обучающихся по программе аспирантуры Технологии материалов. Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часов, (в том числе 18 часов с использованием методов активного обучения), самостоятельная работа (108 часов, в том числе, 18 часов на подготовку к экзамену). Дисциплина реализуется на втором курсе в третьем и четвертом семестрах.

**Цель дисциплины** – освоение современных экспериментальных и теоретических методов моделирования, управления зоной структурой полупроводниковых материалов и фотоактивности полупроводников.

### **Задачи дисциплины:**

- освоить методы полуэмпирического расчета зонной структуры полупроводников;
- получить представления о способах управления зонной структурой полупроводников через модификацию их структуры;
- получить представления о способах предсказания фотоактивности полупроводников исходя их зонной структуры.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-6 научно-исследовательская деятельность: способностью и готовностью выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий	Знает	Методику выполнения расчетно-теоретических и экспериментальных исследований в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий
	Умеет	Выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий
	Владеет	Методиками выполнения расчетно-теоретических и экспериментальных исследований в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий
ОПК-7 способностью и готовностью вести патентный поиск по	Знает	Методику проведения патентного поиска по тематике исследований в области порошковой металлургии и композиционных материалов

<p>тематике исследований, оформлять материалы для получения патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей</p>	Умеет	Выполнять патентный поиск по тематике исследований в области порошковой металлургии и композиционных материалов
	Владеет	Методиками анализа и систематизации и обобщения информации из глобальных компьютерных сетей
<p>ОПК-8 способностью и готовностью обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады</p>	Знает	Как обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады
	Умеет	обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады
	Владеет	Навыками обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады
<p>ОПК-9 способностью и готовностью разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ</p>	Знает	Методики разработки технического задания и программ проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ
	Умеет	Разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ
	Владеет	Навыками выполнения расчетно-теоретических и экспериментальных работ
<p>ОПК-11 производственно-технологическая: способностью и готовностью разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов</p>	Знает	Методики разработки технологических процессов, технологической оснастки, рабочей документации, маршрутных и операционных технологических карт для изготовления новых изделий из перспективных материалов
	Умеет	Разрабатывать технологические процессы, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутных и операционных технологических карт для изготовления новых изделий из перспективных материалов
	Владеет	Навыками разработки технологических процессов, технологической оснастки, рабочей документации, маршрутных и операционных технологических карт для изготовления новых изделий из перспективных материалов
	Знает	Методы руководства работой коллектива исполнителей

ОПК-17 способностью и готовностью руководить работой коллектива исполнителей, участвовать в планировании научных исследований	Умеет	Выполнять научные исследования
	Владеет	Методами руководства работой коллектива исполнителей
ПК-3 владением навыками моделирования в физике и материаловедении	Знает	Особенности состава, структуры и свойств композиционных материалов, а также материалов, используемых в порошковой металлургии
	Умеет	Осуществлять отбор сырья, разрабатывать и использовать материалы и технологии для получения продукции в области материаловедения (по отраслям)
	Владеет	Методами и способами разработки и применения материалов и технологий их обработки в области материаловедения (по отраслям)

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **Лекционные занятия (36 час.)**

### **ТЕМА 1. Зонная структура полупроводников (4 час.)**

Энергетический спектр атома. Уширение спектральных линий атомов при их объединении в молекулы и кристаллы. Электроотрицательность химических элементов и ее влияние на зонную структуру. Формирование валентной зоны и зоны проводимости полупроводника. Уровень Ферми. Связь между зонной структурой и локализацией носителей заряда в кристаллах. Типы полупроводников.

### **ТЕМА 2. Полуэмпирический метод расчета зонной структуры полупроводника Баттлера - Гинли (4 час.)**

Теория Баттлера – Гинли. Применение понятия среднего геометрического для расчета общей электроотрицательности элементарной ячейки. Учет влияния легирования в модели Баттлера - Гинли на положение валентной зоны и зоны проводимости. Нормирование расчетной зонной структуры относительно различных электродов (HSE, RHE, NHE и др.).

### **ТЕМА 3. Инструментальные средства определения зонной структуры полупроводника: рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (4 час.)**

Физические принципы рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Техническая реализация и варианты компоновки РФЭС-спектрометров. Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия и границы ее применимости. Методы анализа РФЭС- и УвФЭС-спектров.

### **ТЕМА 4. Инструментальные средства определения зонной структуры полупроводника: электрохимическая ячейка (4 час.)**

Физические процессы, протекающие на границе полупроводник-электролит. Основные принципиальные схемы измерения полупроводников в электрохимических ячейках. Технология изготовления электродов из полупроводниковых материалов. Методы измерения основных электрических величин в электрохимической ячейке.

### **ТЕМА 5. Инструментальные средства определения зонной структуры полупроводника: спектроскопия диффузного отражения (4 час.)**

Физические основы и техническая реализация спектрофотометров диффузного отражения. Преобразование спектральных коэффициентов Кубелки-Мунка. Границы применимости метода спектроскопии диффузного отражения.

**ТЕМА 6. Методы анализа экспериментальных данных: определение потенциала потолка валентной зоны по данным рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (4 час.)**

Анализ линий рентгеновских и ультрафиолетовых фотоэлектронных спектров для определения потенциала потолка валентной зоны. Учет энергии Ферми. Нормирование потенциала потолка валентной зоны.

**ТЕМА 7. Методы анализа экспериментальных данных: определение потенциала дна зоны проводимости методом Шоттки (4 час.)**

Методы построения графиков Шоттки. Определение типа проводимости полупроводника по графикам Шоттки. Определение потенциала плоских зон. Особенности потенциала дна зоны проводимости полупроводника.

**ТЕМА 8. Методы анализа экспериментальных данных: определение ширины запрещенной зоны методом Тауца (4 час.)**

Метод Тауца. Построение графика Тауца. Определение области собственного поглощения полупроводника. Определение ширины запрещенной зоны полупроводника по графикам Тауца. Учет типа полупроводника.

**ТЕМА 9. Изучение статистического моделирования. Модель Изинга, XY-модель, модель Гейзенберга. Обработка и анализ результатов моделирования (4 час.)**

Модель Изинга, XY-модель, модель Гейзенберга и методы Монте-Карло. Особенности сбора данных машинного моделирования. Статистическая обработка данных моделирования. Оценка вероятности события, математического ожидания, дисперсии, закона распределения случайной величины, характеристик случайных векторов и функций.

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

**Не предусмотрено учебным планом**

## **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Моделирование в физике и материаловедении» 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**

(печатные и электронные издания)

1. Елизаров, И.А. Моделирование систем : учебное пособие для вузов / И.А. Елизаров, Ю.Ф. Мартемьянов, А.Г. Схиртладзе [и др.]. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 135 с.  
ПОК НБ ДВФУ:  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:813814>
2. Морозов, В.К. Моделирование процессов и систем : учебное пособие для вузов / В.К. Морозов, Г.Н. Рогачев. – М. : Академия, 2015. – 264 с.  
ПОК НБ ДВФУ:  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:785457>
3. Ивин, В.В. Структурный анализ и проектирование информационных систем : учебное пособие / В.В. Ивин ; Дальневосточный федеральный университет, Школа экономики и менеджмента. – Владивосток : Изд-во Дальневосточного федерального университета, 2013. – 182 с.  
ПОК НБ ДВФУ:  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:717543>
4. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела : [учебное руководство] / Ч. Киттель ; [пер. под общ. ред. А. А. Гусева]. – М : Альянс, 2013 ; [МедиаСтар], 2016. – 791 ; 790 с.  
ПОК НБ ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:776747>
5. Бахвалов, Л.А. Моделирование систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.А. Бахвалов. – М. : Горная книга, 2006. – 295 с.  
ЭБС «Лань»:  
<https://e.lanbook.com/book/3511>
6. Смирнов, Г.В. Моделирование и оптимизация объектов и процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Г.В. Смирнов – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. – 216 с.  
ЭБС «IPRbooks»:

<http://www.iprbookshop.ru/72047.html>

7. Мирзоев, М.С. Основы математической обработки информации [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.С. Мирзоев. – М. : Издательство "Прометей", 2016. – 316 с.

ЭБС «Лань»:

<https://e.lanbook.com/book/89712>

#### Дополнительная литература

1. Бахвалов, Л.А. Моделирование систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.А. Бахвалов. – М. : Горная книга, 2006. – 295 с.

ЭБС «Лань»:

<https://e.lanbook.com/book/3511>

2. Советов, Б.Я. Моделирование систем : учебник / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – М. : Высшая школа, 1985. – 271 с.

ПОК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:683053>

3. Р. Шеннон, Имитационное моделирование систем - искусство и наука: пер. с англ. / Р. Шеннон. – М. : Мир, 1978. – 418 с.

ПОК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:672612>

4. В. Боев, Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS World : [учебное пособие] / В. Боев – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 348 с.

ПОК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:660951>

5. Афонин, В.В. Моделирование систем [Электронный ресурс]/ Афонин В.В., Федосин С.А. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. – 269 с.

ЭБС «IPRbooks»:

<http://www.iprbookshop.ru/89448.html>

6. Смирнов, Г.В. Моделирование и оптимизация объектов и процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Г.В. Смирнов – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. – 216 с.

ЭБС «IPRbooks»:

<http://www.iprbookshop.ru/72047.html>

7. Мирзоев, М.С. Основы математической обработки информации [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.С. Мирзоев. – М. : Издательство "Прометей", 2016. – 316 с.

ЭБС «Лань»:

<https://e.lanbook.com/book/89712>

## Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

### «Интернет»

1. База данных о веществах и их свойствах : <http://www.chemspider.com/>;
2. База данных о веществах и их свойствах : <http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>;
3. База данных Web of Science [http:// apps.webofknowledge.com/](http://apps.webofknowledge.com/)
4. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>
5. База данных по рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии <https://srdata.nist.gov/xps/>

### Перечень информационных технологий и программного обеспечения

№ п/п	Место расположения компьютерной техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
1.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 607. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593.
2.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10,, корпус L, L551 Компьютерный класс, 12 рабочих мест.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Аналитический тренажер СВБР-100, Комплекс программно-аппаратный анализа и прогнозирования распространения радионуклидов
5.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А , ауд. А1017. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.	Microsoft Windows 7 Pro MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro, Open book 9.0, Duxbury BrailleTranslator, Dolphin Guide (контракт № А238-14/2); Неисключительные права на использование ПО Microsoft рабочих станций пользователей (контракт ЭА-261-18 от 02.08.2018): - лицензия на клиентскую операционную систему; - лицензия на пакет офисных продуктов для работы с документами включая формат.docx , .xlsx , .vsd , .ppt.; - лицензия па право подключения пользователя к серверным операционным системам , используемым в ДВФУ : Microsoft Windows Server 2008/2012; - лицензия на право подключения к серверу Microsoft Exchange Server Enterprise; - лицензия па право подключения к внутренней информационной системе документооборота и порталу с возможностью поиска информации во множестве удаленных и

		локальных хранилищах, ресурсах, библиотеках информации, включая порталные хранилища, используемой в ДВФУ: Microsoft SharePoint; - лицензия на право подключения к системе централизованного управления рабочими станциями, используемой в ДВФУ: Microsoft System Center.
--	--	--

## **V. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

В процессе изучения материалов учебного курса используются следующие формы работы: чтение лекций, самостоятельная работа.

Лекционные занятия ориентированы на освещение вопросов в рамках тем, указанных в структуре теоретической части рабочей программы курса.

В работе с аспирантами используются разнообразные средства, формы и методы обучения (информационно-развивающие, проблемно-поисковые).

Значимой для профессиональной подготовки аспирантов является самостоятельная работа по курсу. В рамках самостоятельной работы предусмотрено выполнение реферата, что подразумевает представление в письменной форме собственного анализа по выбранной тематике и с опорой на рекомендуемую литературу.

Освоение курса должно способствовать развитию навыков усвоения нового материала, его осмысленного восприятия и самостоятельного использования в заданных обстоятельствах.

### **Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям.**

Успешное освоение дисциплины предполагает активное участие аспирантов на всех этапах ее освоения. Изучение дисциплины следует начинать с проработки содержания рабочей программы и методических указаний.

При изучении и проработке теоретического материала аспирантам необходимо:

- повторить материал лекционного занятия и дополнить его с учетом рекомендованной литературы;
- при самостоятельном изучении темы сделать конспект, используя рекомендованные литературные источники.

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

№ п/п	Место расположения компьютерной техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 607. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Мультимедийное оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA - 1 шт. Парты и стулья (посадочных мест – 30)
2.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L,, L772 Лаборатория проектирования технологических процессов: компьютерный класс	15 компьютеров (системный блок модель - M93p 10A6CT01WW+Монитором АОС i2757Fm)
3.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10,, корпус L, L763 Лаборатория прикладной экологии:	2 шкафа вытяжных, столешница - FRIDURIT 20 (в комплекте) ЛАБ-PRO ШВ 150.80.225 F20Шкаф для хранения реактивов ЛАБ-PRO ШМР 60.50.195, тумба для безопасного хранения ЛВЖ Duerperthal модель UTS Ergo line ST, 2 рН-метр-милливольтметра рН-150, весы лабораторные ViBRA АЛП-420CF, весы прецизионные МЕ403 420 г/1 мг, 2 спектрофотометра "ЮНИКО-1200/1201", электронные аналитические весы А&D, лабораторные столы и стулья
4.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10,,, корпус L, L852 Лаборатория специализированных практикумов по химической технологии	фотоэлектроколориметр, кондуктометр, вибрационная мельница ВМ-4; спектрофотометр UNICO 1200/1201; двухлучевой сканирующий спектрофотометр UV-1800 (Shimadzu, Япония); термостаты жидкостные ЛАБ-ТЖ-ТС-01/8-100, ЛАБ-ТЖ-ТС-01/16-150, LT 300 LOIP; весы электронные лабораторные EW-1500I; весы электронные аналитические А&D HR-300; весы технические ВЛТЭ-150; прибор вакуумного фильтрования ПВФ-35/3 Аквилон; испаритель ротационный ИР - 1 ЛТ; электропечь муфельная ЭП-6/12; сушильные шкафы; весы технические, аналитические и торзионные, автоматические титраторы, роторные испарители, магнитные мешалки различных типов, рН-метры, потенциостаты, сушильные шкаф, ультразвуковые бани, вакуумные
5.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А , ауд. А1017. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.	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.
6.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L539a помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования	



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

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Моделирование в физике и материаловедении»**

Направление подготовки *22.06.01 Технологии материалов*

Профиль *«Материаловедение (по отраслям)»*

Форма подготовки (очная)

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
<b>3 семестр</b>				
1	1-18 недели	Самостоятельное изучение материала лекции, чтение и конспектирование источников, изучение методов моделирования	24	Наличие конспектов
2	6-17 недели	Выполнение расчетов, моделирования согласно этапам задания по теме реферата	24	Представление реферата
3	15-17 недели	Оформление реферата	6	Реферат
<b>4 семестр</b>				
1	1-18 недели	Самостоятельное изучение материала лекции, чтение и конспектирование источников, изучение методов моделирования	16	Наличие конспектов
2	6-17 недели	Выполнение расчетов, моделирования согласно этапам задания по теме реферата	16	Представление реферата
3	15-17 недели	Оформление реферата	4	Реферат
4		Подготовка к экзамену	18	Экзамен
<b>Итого</b>			<b>108 час.</b>	

### Методические указания к выполнению практического задания

Устное представление результатов самостоятельного анализа предложенной темы (проблемы) указанной проблемы. Работа выполняется на основе изучения релевантной литературы, как рекомендованной преподавателем, так и самостоятельно подобранной аспирантом.

Работа должна быть выполнена с учетом изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария,

рассматриваемого в рамках дисциплины, а также выводы, аргументирующие авторскую позицию по поставленной проблеме.

### **Методические указания по написанию реферата**

Реферат должен соответствовать научной специальности, по которой осуществляется подготовка аспиранта и отражать специфику научного направления исследований и разработок.

Реферат оформляется с использованием теоретического материала с описанием проведенных расчетов по теме исследования.

### **Этапы выполнения заданий для самостоятельной работы по реферату**

1. Планирование и анализ статистического эксперимента
2. Расчет зонной структуры легированного полупроводника методом Баттлера-Гинли
3. Анализ РФЭС-спектром валентной области полупроводника и вычисление потенциала потолка валентной зоны полупроводника
4. Построение графика Шоттки и определение типа полупроводника, потенциала плоских зон и потенциала дна зоны проводимости полупроводника
5. Обработка спектров диффузного отражения: выполнение преобразования Кубелки-Мунка, построение графика Тауца, вычисление ширины запрещенной зоны
6. Построение графика Шоттки и определение типа полупроводника, потенциала плоских зон и потенциала дна зоны проводимости полупроводника
7. Статистическое моделирование. Расчеты по модели Изинга, XY-модели, модели Гейзенберга.
8. Обработка и анализ результатов моделирования. Оценка вероятности события, математического ожидания, дисперсии, закона распределения случайной величины, характеристик случайных векторов и функций

Объем реферата составляет около 40 тыс. знаков.

К реферату прилагается отзыв научного руководителя.

Реферат должен иметь следующую структуру:

1) Введение, в котором раскрывается актуальность проблемы, её значение для соответствующей отрасли знаний, дается характеристика используемой литературы, источников.

2) Основную часть, в которой приводится теоретическое описание метода, расчётов, результаты расчетов и анализ полученных результатов моделирования.

3) Заключение – дается резюме содержания, раскрывается значение темы для диссертационного исследования.

4) Список используемой литературы.

### **Порядок сдачи реферата**

Реферат должен быть подготовлен и сдан до начала сессии.

Критерии оценивания приведены в Приложении 2.



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

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине **«Моделирование в физике и материаловедении»**

Направление подготовки *22.06.01 Технологии материалов*

Профиль *«Материаловедение (по отраслям)»*

Форма подготовки (очная)

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

### Примерный перечень оценочных средств (ОС)

№ п/п	Код ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<b>Устный опрос</b>				
1	УО-1	Собеседование.	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимися на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
<b>Письменные работы</b>				
1	ПР-1	Тест.	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий.
2	ПР-2	Контрольная работа.	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам.
3	ПР-4	Реферат.	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов.

### Вопросы для экзамена (реферата):

1. Как характеризуется связь между зонной структурой и локализацией носителей заряда в кристаллах?
2. Этапы расчета по полуэмпирический методу расчета зонной структуры полупроводника Баттлера - Гинли.
3. Перечислить инструментальные средства определения зонной

структуры полупроводника и описать сущность методов.

4. Определение потенциала дна зоны проводимости методом Шоттки.

5. Определение ширины запрещенной зоны методом Тауца.

6. Статистическое моделирование с использованием модели Изинга, ХУ-модели, модели Гейзенберга : этапы и особенности моделирования.

7. Особенности сбора данных машинного моделирования. Статистическая обработка данных моделирования.

### Критерии выставления оценки на экзамене по дисциплине

<b>Баллы</b> (рейтингов ой оценки)	<b>Оценка</b> <b>экзамена</b> (стандартная)	<b>Требования</b> <b>к сформированным</b> <b>компетенциям</b>
100-86	«зачтено», «отлично»	Оценка «отлично» выставляется аспиранту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
85-76	«зачтено», «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61	«зачтено», «удовлетвори тельно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50	«не зачтено», «неудовлетво рительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## Реферат.

Реферат продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) проблемы.

Реферат выполняется поэтапно. В 3 семестре сдается первая часть реферата, оценивается «зачтено» / «не зачтено», в 4 семестре сдается 2 часть выполненных результатов моделирования в виде реферата с выставлением оценки.

Реферат должен быть подготовлен и сдан до начала сессии.

## Темы реферата

Реферат аспиранта должен быть подготовлен по теме реферата с учетом тематики своего исследования и полученных знаний по дисциплине с выполнением этапов моделирования, которые представлены в Приложении 1.

## Критерии оценки реферата

### 1 семестр

Оценка	Требования
<i>«зачтено»</i>	Аспирант знает и владеет навыками самостоятельной исследовательской работы по теме исследования, реферировать литературные источники; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Реферат характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения. Аспирант умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы. Работа соответствует требованиям и выполнена в установленные сроки.
<i>«не зачтено»</i>	Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Аспирант не умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы, не владеет навыком реферировать литературные источники. Реферат не выполнен.

### 2 семестр

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
<i>«отлично»</i>	Аспирант показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Аспирант обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике.
<i>«хорошо»</i>	Аспирант дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает

	некоторые ошибки, которые исправляет самостоятельно, и некоторые недочеты в изложении вопроса.
<b>«удовлетворительно»</b>	Аспирант обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в ответе.
<b>«неудовлетворительно»</b>	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.