



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

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП  
«Физика конденсированного состояния»

 Афремов Л.Л.  
(подпись) (Ф.И.О.)  
« 08 » сентября 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
Теоретической и ядерной физики

 Ширмовский С.Э.  
(подпись) (Ф.И.О.)  
« 08 » сентября 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Современные методы экспериментальных исследований**  
Направление подготовки 03.06.01 *Физика и астрономия*  
Профиль «*Физика конденсированного состояния*»  
Форма подготовки (очная)

курс 2 семестр 3  
лекции 18 час. / 0,5 з.е.  
практические занятия 18 час. / 0,5 з.е.  
лабораторные работы не предусмотрены.  
с использованием МАО лек. 9 час.  
всего часов контактной работы 36 час.  
в том числе с использованием МАО 9 час., в электронной форме \_\_\_ час.  
самостоятельная работа 72 час.  
в том числе на подготовку к экзамену \_\_\_ час.  
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены.  
зачет 3 семестр  
экзамен нет 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 30.07.2014г. № 867

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики ШЕН ДВФУ, протокол № 19 от «08» \_сентября\_ 2018 г.

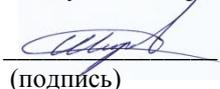
Заведующий кафедрой теоретической и ядерной физики Ширмовский С.Э.

Составитель: д-р физ.- мат. наук, профессор, профессор кафедры теоретической и ядерной физики Л.Л. Афремов

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики:**

Протокол от «07» июня 2019 г. № 16

Заведующий кафедрой /директор академического департамента



(подпись)

Ширмовский С.Э.  
(И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/ академического департамента:**

Протокол от «10» января 2020 г. № 4

Заведующий кафедрой теоретической и ядерной физики



(подпись)

Ширмовский С.Э.  
(И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики:**

Протокол от « 15 » января 2021 г. № 5

Заведующий кафедрой теоретической и ядерной физики



(подпись)

Ширмовский С.Э.  
(И.О. Фамилия)

## **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Современные методы экспериментальных исследований»**

Дисциплина «Современные методы экспериментальных исследований» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе направления подготовки 03.06.01 – «Физика и астрономия», профиль «Физика конденсированного состояния», форма подготовки очная и входит в вариативную часть, обязательная дисциплина учебного плана: Б1.В.ОД.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов, из них 9 часов занятий с применением методов активного обучения (МАО)), 18 часов практических занятий, самостоятельная работа (72 часов). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3-ом семестре. Форма контроля - зачет (3 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 г. № 867 и учебным планом подготовки аспирантов по профилю «Физика конденсированного состояния».

**Цель** изучения дисциплины – практические навыки исследования и анализа структуры и свойств вещества.

### **Задачи:**

– способствовать практическому применению аспирантами основных разделов курса «Современные методы экспериментальных исследований», необходимых для дальнейшей успешной научной деятельности;

– формирование компетенций, соответствующих профилю подготовки «Физика конденсированного состояния».

Для успешного изучения дисциплины «Современные методы экспериментальных исследований» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

– Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

– способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);

– способностью и готовностью анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-6);

– способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

В результате изучения дисциплины у аспирантов формируются следующие универсальные, общепрофессиональные и 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 компьютерного моделирования состояния и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения | Знает                          | основные методы экспериментального исследования структуры конденсированных сред; 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                           | 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-                                                                                                           |

|                                                                                                                                                                                                        |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| исследования и информационно-коммуникационных технологий                                                                                                                                               |         | 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                                                                                                                    |

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Современные методы экспериментальных исследований» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: «лекции визуализации» и дискуссии по основным вопросам образовательной программы.

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

**(18 час., в том числе 9 час. с использованием методов активного обучения)**

**Раздел I. Современные методы экспериментальных исследований конденсированных сред (12 час.)**

**Тема 1. Физические принципы современных научных приборов (4 час.)**

*Интерактивная форма : лекция визуализация*

Методы исследования структуры и свойств конденсированных сред. Взаимосвязь методов исследования и изучаемых свойств.

Взаимодействие излучения с веществом. Разрушающие и неразрушающие методы. Структурные, спектральные методы, масс-спектрометрические методы.

**Тема 2. Электронно-микроскопические методы исследования структуры конденсированных сред (4 час.)**

Принципы геометрической оптики, электронная, рентгеновская оптика. Структура электронного микроскопа, его характеристики. Формирование изображений структуры. Искажения экспериментальных данных, аберрации.

Интерактивная демонстрация модели электронного микроскопа.

**Тема 3. Методы исследования физических полей в электронной микроскопии (4 час.)**

*Интерактивная форма : лекция визуализация*

Электромагнитные поля в конденсированных средах. Физические принципы регистрации результатов взаимодействия электронов с электромагнитными полями конденсированной среды.

**Раздел II. Методы обработки, анализа и моделирования экспериментальных данных (6 час.)**

**Тема 1. Методы обработки экспериментальных данных (2 час.)**

*Интерактивная форма : дискуссия по основным вопросам темы лекции*

Понятие об обратном пространстве. Спектральные методы (Фурье) обработки изображений. Фильтрация в обратном и прямом пространстве и типы фильтров. Корреляционные методы. Томографические методы. Фрактальные и статистические методы.

Интерактивная демонстрация различных методов обработки изображений.

**Тема 2. Методы анализа электронно-микроскопических данных (3 час.)**

Метрологические аспекты электронно-микроскопических исследований. Тест-объекты и калибровки. Оценка достоверности данных.

Аппроксимация экспериментальных данных аналитическими зависимостями.

**Тема 3. Методы моделирования электронно-микроскопических данных (1 час.)**

***Интерактивная форма : лекция визуализация***

Теоретические основы моделирования. Аналитические модели. Стохастические модели. Трехмерные модели структуры. Моделирование атомной структуры. Моделирование электронно-микроскопических изображений.

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

### **Практические занятия (18 час.)**

#### **Раздел 1. Сканирующая электронная микроскопия (6 час.)**

##### **Занятие 1. Основы сканирующей электронной микроскопии (2 час.)**

Методы подготовки образцов к исследованию. Основные функции СЭМ. Основные элементы управления СЭМ. Детекторы в СЭМ. Начальная настройка: фокусировка и астигматизм. Исследование структуры поверхности, определение размеров объектов.

Получение изображений структуры поверхности тестового объекта (интерактивная форма). Определение размеров.

Отчет по практической работе.

##### **Занятие 2. Сканирующая электронная микроскопия высокого разрешения (2 час.)**

Методы подготовки образцов к исследованию на высоком разрешении. Ограничения, накладываемые природой исследуемых объектов и загрязнениями. Методы удаления загрязнений с поверхности объектов для СЭМ исследований. Методы работы с непроводящими объектами. Взаимосвязь рабочего расстояния, тока пучка, ускоряющего напряжения и разрешения в СЭМ. Влияние стабильности характеристик окружающей среды на разрешение.

Получение изображений структуры поверхности тестового объекта с высоким разрешением (интерактивная форма). Определение разрешения СЭМ.

Отчет по практической работе.

##### **Занятие 3. Рентгеновский микроанализ и дополнительные методы в сканирующей электронной микроскопии (2 час.)**

Типы спектрометров: энергодисперсионный и волновой. Параметры СЭМ для оптимального исследования состава объекта. Тест объекты и калибровки спектрометров. Получение элементного состава в точке, по линии и карты. Обработка результатов анализа состава. Электронная дифракция на отражение в исследовании фазового состава. Сканирующая просвечивающая микроскопия в СЭМ.

Получение элементного состава поверхности тестового объекта (интерактивная форма). Определение разрешения СЭМ.

Отчет по практической работе.

## **Раздел 2. Фокусированный ионный пучок в исследовании структуры и состава. Просвечивающая электронная микроскопия структуры и состава (12 час.)**

### **Занятие 1. Основы микроскопии фокусированным ионным пучком (2 час.)**

Методы подготовки образцов к исследованию. Основные функции ФИП. Основные элементы управления ФИП. Начальная настройка: фокусировка и астигматизм. Травление поверхности, определение размеров объектов. Взаимосвязь ускоряющего напряжения, тока ионного пучка и разрешения. Методы минимизации артефактов при модификации поверхности ионным пучком.

Получение изображений структуры поверхности созданного объекта (интерактивная форма). Определение размеров.

Отчет по практической работе.

### **Занятие 2. Пробоподготовка фокусированным ионным пучком (2 час.)**

Методы подготовки образцов к исследованию на просвечивающем электронном микроскопе. Ограничения, накладываемые природой исследуемых объектов. Подготовка поперечного сечения объекта.

Получение поперечного сечения тестового объекта (интерактивная форма).

Отчет по практической работе.

### **Занятие 3. Масс-спектрометрический анализ химического состава в сканирующей электронной микроскопии (2 час.)**

Масс-спектрометр вторичных ионов. Настройка ФИП. Настройка спектрометра. Типы спектрометров: энергодисперсионный и волновой. Параметры СЭМ для оптимального исследования состава объекта. Получение элементного состава в точке, по линии и карты. Обработка результатов анализа состава.

Интерактивное получение элементного состава поверхности тестового объекта (интерактивная форма).

Отчет по практической работе.

### **Занятие 4. Основы просвечивающей электронной микроскопии (2 час.)**

Методы подготовки образцов к исследованию. Основные функции ПЭМ. Основные элементы управления ПЭМ. Начальная настройка: юстировка осветителя, фокусировка и астигматизм. Получение изображения в режиме дифракции. Светлопольный и темнопольный режим. Спектроскопия края потерь энергии электронов, Омега фильтр.

Получение изображений структуры поперечного сечения объекта (интерактивная форма). Определение размеров.

Отчет по практической работе.

### **Занятие 5. Просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения (2 час.)**

Юстировка ПЭМ для высокого разрешения. Настройка осветителя, коррекция астигматизма. Ограничения, накладываемые природой исследуемых объектов. Определение оси зоны для кристаллических объектов. Калибровка увеличений по решетке кремния.

Структура атомных плоскостей поперечного сечения тестового объекта (интерактивная форма).

Отчет по практической работе.

### **Занятие 6. Сканирующая просвечивающая электронная микроскопия (2 час.)**

Юстировка режима СПЭМ. Кольцевой детектор темного поля – выбор режимов ADF и HAADF. Зависимость контраста от толщины и среднего атомного номера. Основы определения химического состава в СПЭМ.

Основы электронной томографии в режиме СПЭМ и ПЭМ.

Интерактивное получение элементного состава тестового объекта (интерактивная форма).

Отчет по практической работе.

## **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Современные методы экспериментальных исследований» 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. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ КУРСА**

| № п/п | Контролируемые разделы / темы дисциплины                                                                                             | Коды, наименование и этапы формирования компетенций |         | Оценочные средства                 |                          |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|------------------------------------|--------------------------|
|       |                                                                                                                                      |                                                     |         | текущий контроль                   | промежуточная аттестация |
| 1     | Раздел 1. Сканирующая электронная микроскопия                                                                                        | ПК-1, ПК-2, ПК-3, ОПК-1, УК-1                       | Знает   | УО-1<br>Собеседование; УО-3 доклад | Вопросы к зачету № (1-3) |
|       |                                                                                                                                      |                                                     | Умеет   | УО-1<br>Собеседование;             | Вопросы к зачету № (1-3) |
|       |                                                                                                                                      |                                                     | Владеет | УО-1<br>Собеседование;             | Вопросы к зачету № (1-3) |
| 2     | Раздел 2. Фокусированный ионный пучок в исследовании структуры и состава. Просвечивающая электронная микроскопия структуры и состава | ПК-1, ПК-2, ПК-3, ОПК-1, УК-1                       | Знает   | УО-1<br>Собеседование; УО-3 доклад | Вопросы к зачету № (4-9) |
|       |                                                                                                                                      |                                                     | Умеет   | УО-1<br>Собеседование;             | Вопросы к зачету № (4-9) |
|       |                                                                                                                                      |                                                     | Владеет | УО-1<br>Собеседование;             | Вопросы к зачету № (4-9) |

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Яминский И. В. Справочник по микроскопии для нанотехнологии : пер. с англ. / Московский государственный университет, Научно-образовательный центр по нанотехнологиям ; под ред. Нан Яо, Чжун Лин Ван ; науч. ред. И. В. Яминский. – М.: Научный мир, 2011. - 711 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663147&theme=FEFU>

2. Фульц Б. Просвечивающая электронная микроскопия и дифрактометрия материалов / Б. Фульц, Дж. М. Хау ; пер. с англ. В. И. Даниленко – М. : Техносфера, 2011. - 903 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:813018&theme=FEFU>

3. Пустовалов Е.В. Электронная микроскопия структуры аморфных и нанокристаллических сплавов : диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук : 01.04.07 / Е. В. Пустовалов ;

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток 2018 - 383 л.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:872102&theme=FEFU>

4. Стрекалов, Ю.А. Физика твердого тела: учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 307 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=363421>

5. Борисенко, В. Е. Нанoeлектроника: 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. Лифшиц, В. Г. Основы физики поверхности полупроводников : учебное пособие / В. Г. Лифшиц ; [отв. ред. А. А. Саранин] ; Дальневосточный государственный университет, Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН. Владивосток 1999. - 157 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:679722&theme=FEFU>

2. Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Под общ. редакцией Л.Н. Патрикеева. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 431 с.: <http://window.edu.ru/resource/622/64622>

3. Дубровский, В.Г. Теоретические основы технологии полупроводниковых наноструктур [Электронный ресурс] : учебное пособие/В. Г. Дубровский. - СПб.: СПбГПУ, 2006. - 347 с. <http://window.edu.ru/resource/346/63346/>

4. Морисон, С. Химическая физика поверхности твердого тела/ С. Морисон. - М.: Мир, 1980. - 488 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668073&theme=FEFU>

5. Шульман, А. Р. Вторично-эмиссионные методы исследования твердого тела / А. Р. Шульман, С. А. Фридрихов. - М.: Наука, 1977. - 551 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:670140&theme=FEFU>

6. Кузнецова, С. В. Физические основы микроэлектроники: уч. Пособие / С. В. Кузнецова, С. В. Рыжков. - Владивосток, изд-во ДВГУ, 2000. - 188 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:14770&theme=FEFU>

### 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.<br>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.<br>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.<br>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, кампус ДВФУ, корпус L, ауд. L557. | Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. |

**VI. 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.

Методические указания по сдаче зачета.

Зачеты принимаются ведущим преподавателем. Во время проведения зачета студенты могут пользоваться рабочей программой учебной дисциплины, собственными конспектами, подготовленными при выполнении самостоятельной работы, а также, с разрешения преподавателя, проводящего зачет, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

## VII. 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.<br>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.<br>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего                                      | 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. |

|                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                            |                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| контроля и промежуточной аттестации.                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                            |                                                                                        |
| 690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L557.<br>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. L320 специализированная лаборатория кафедры ФНС: лаборатория пленочных технологий                                                                          | Установка молекулярно-лучевой эпитаксии Omicron, Сверхвысоковакуумная напылительная система с магнетронными источниками Omicron                                                            |                                                                                        |
| 690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L319 специализированная лаборатория кафедры ФНС: лаборатория пленочных технологий                                                                          | Сканирующий зондовый микроскоп НТЕГРА Аура, Сканирующий зондовый микроскоп НТЕГРА Спектра                                                                                                  |                                                                                        |



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

---

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Современные методы экспериментальных исследований»

Направление подготовки 03.06.01 *Физика и астрономия*

Профиль «*Физика конденсированного состояния*»

Форма подготовки (очная)

**Владивосток  
2015**

### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

| № п/п | Дата/сроки выполнения | Вид самостоятельной работы        | Примерные нормы времени на выполнение | Форма контроля                        |
|-------|-----------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1     | 1 неделя              | Подготовка к семинарским занятиям | 4                                     | УО-1<br>Собеседование;<br>УО-3 доклад |
| 2     | 2 неделя              | Подготовка к семинарским занятиям | 4                                     | УО-1<br>Собеседование;<br>УО-3 доклад |
| 3     | 3 неделя              | Подготовка к семинарским занятиям | 4                                     | УО-1<br>Собеседование;<br>УО-3 доклад |
| 4     | 4 неделя              | Подготовка к семинарским занятиям | 4                                     | УО-1<br>Собеседование;<br>УО-3 доклад |
| 5     | 5 неделя              | Подготовка к семинарским занятиям | 4                                     | УО-1<br>Собеседование;<br>УО-3 доклад |
| 6     | 6 неделя              | Подготовка к семинарским занятиям | 4                                     | УО-1<br>Собеседование;<br>УО-3 доклад |
| 7     | 7 неделя              | Подготовка к семинарским занятиям | 4                                     | УО-1<br>Собеседование;<br>УО-3 доклад |
| 8     | 8 неделя              | Подготовка к семинарским занятиям | 4                                     | УО-1<br>Собеседование;<br>УО-3 доклад |
| 9     | 9 неделя              | Подготовка к семинарским занятиям | 4                                     | УО-1<br>Собеседование;<br>УО-3 доклад |
| 10    | 10 неделя             | Подготовка к семинарским занятиям | 4                                     | УО-1<br>Собеседование;<br>УО-3 доклад |
| 11    | 11 неделя             | Подготовка к семинарским занятиям | 4                                     | УО-1<br>Собеседование;<br>УО-3 доклад |
| 12    | 12 неделя             | Подготовка к семинарским занятиям | 4                                     | УО-1<br>Собеседование;<br>УО-3 доклад |
| 13    | 13 неделя             | Подготовка к семинарским занятиям | 4                                     | УО-1<br>Собеседование;<br>УО-3 доклад |
| 14    | 14 неделя             | Подготовка к                      | 4                                     | УО-1                                  |

|    |           |                                   |   |                                    |
|----|-----------|-----------------------------------|---|------------------------------------|
|    |           | семинарским занятиям              |   | Собеседование; УО-3 доклад         |
| 15 | 15 неделя | Подготовка к семинарским занятиям | 4 | УО-1<br>Собеседование; УО-3 доклад |
| 16 | 16 неделя | Подготовка к семинарским занятиям | 4 | УО-1<br>Собеседование; УО-3 доклад |
| 17 | 17 неделя | Подготовка к семинарским занятиям | 4 | УО-1<br>Собеседование; УО-3 доклад |
| 18 | 18 неделя | Подготовка к семинарским занятиям | 4 | УО-1<br>Собеседование; УО-3 доклад |

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

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Современные методы экспериментальных исследований»  
Направление подготовки 03.06.01 *Физика и астрономия*  
Профиль «*Физика конденсированного состояния*»  
Форма подготовки (очная)

**Владивосток**  
**2015**

## Паспорт ФОС

| 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 компьютерного моделирования состояния и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения | Знает                          | основные методы экспериментального исследования структуры конденсированных сред; 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                                                                | 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-                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                                                                                                                                                                                        |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий                                                                                                            |         | 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                                                                                                                    |

| № п/п | Контролируемые разделы / темы дисциплины                                                             | Коды, наименование и этапы формирования компетенций | Оценочные средства |                                    |                          |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------------|
|       |                                                                                                      |                                                     | текущий контроль   | промежуточная аттестация           |                          |
| 1     | Раздел 1. Сканирующая электронная микроскопия                                                        | ПК-1, ПК-2, ПК-3, ОПК-1, УК-1                       | Знает              | УО-1<br>Собеседование; УО-3 доклад | Вопросы к зачету № (1-3) |
|       |                                                                                                      |                                                     | Умеет              | УО-1<br>Собеседование;             | Вопросы к зачету № (1-3) |
|       |                                                                                                      |                                                     | Владеет            | УО-1<br>Собеседование;             | Вопросы к зачету № (1-3) |
| 2     | Раздел 2. Фокусированный ионный пучок в исследовании структуры и состава. Просвечивающая электронная | ПК-1, ПК-2, ПК-3, ОПК-1, УК-1                       | Знает              | УО-1<br>Собеседование; УО-3 доклад | Вопросы к зачету № (4-9) |
|       |                                                                                                      |                                                     | Умеет              | УО-1<br>Собеседование;             | Вопросы к зачету № (4-9) |
|       |                                                                                                      |                                                     | Владеет            | УО-1                               | Вопросы к                |

|  |                                       |  |  |                    |                    |
|--|---------------------------------------|--|--|--------------------|--------------------|
|  | микроскопия<br>структуры и<br>состава |  |  | Собеседован<br>ие; | зачету № (4-<br>9) |
|--|---------------------------------------|--|--|--------------------|--------------------|

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

| Код и формулировка компетенции                                                                                                                                                                                                  | Этапы формирования компетенции |                                                                                                                                                                         | критерии                                                                                                                                     | показатели                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1<br>Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий | 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 демонстрировать 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                                                                                                                                                                                                                                           |
| ПК-1<br>Владение методами математического описания физических процессов, протекающих в конденсированных средах                                                                                   | знает (пороговый уровень) | Базовые методы математического описания современных методов экспериментальных исследований                                                                                                                                            | Знание основных методов и понятий описания современных методов экспериментальных исследований                                                                                                                                 | Способность дать определение и развернутое объяснение основных современных методов экспериментальных исследований                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                                                                  | умеет (продвинутый)       | выбирать базовые методы математического описания современных методов экспериментальных исследований                                                                                                                                   | Умение использовать базовые методы математического описания современных методов экспериментальных исследований                                                                                                                | способность применять базовые методы математического описания современных методов экспериментальных исследований                                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                  | владеет (высокий)         | Знаниями о математических методах описания физических процессов, современных методов экспериментальных исследований способен применять их для научной работы                                                                          | Владение методами описания физических процессов современных методов экспериментальных исследований                                                                                                                            | Способность применять оптимальный метод математического описания современных методов экспериментальных исследований для научно-исследовательской деятельности                                                                                   |
| ПК-2<br>Владение основными методами компьютерного моделирования состояния и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения | знает (пороговый уровень) | Базовые знания основных методов компьютерного моделирования современных методов экспериментальных исследований и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения | Знание основных методов компьютерного моделирования современных методов экспериментальных исследований и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения | Способность дать описание базовых методов компьютерного моделирования современных методов экспериментальных исследований и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения |
|                                                                                                                                                                                                  | умеет (продвинутый)       | критически оценивать область применимости выбранных                                                                                                                                                                                   | умение критически оценивать область применимости                                                                                                                                                                              | способность критически оценивать область применимости выбранных                                                                                                                                                                                 |

| я                                                                                                                        |                           | математических методов                                                                                                                                                                                                   | выбранных математических методов                                                                                                                                                                                                                          | математических методов                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                          | владеет (высокий)         | Основными методами компьютерного моделирования современных методов экспериментальных исследований и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения | владение системой способов выявления оценки методов компьютерного моделирования современных методов экспериментальных исследований и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения | способность владения системой способов выявления оценки методов моделирования современных методов экспериментальных исследований и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения для решения научно-исследовательских задач |
| ПК-3<br>Владение основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред | знает (пороговый уровень) | Базовые знания о основных методах современных экспериментальных исследований физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред                                                                     | Знание основных методов современных экспериментальных исследований физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред                                                                                                                | Способность дать определение основных методов современных экспериментальных исследований, описать суть и идею метода исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред                                                                                          |
|                                                                                                                          | умеет (продвинутый)       | Применять базовые знания о основных методах современного исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред                                                                            | умение аргументировано применять знания о современных методах экспериментального исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред                                                                                     | способность аргументировано применять базовые знания о основных методах современного исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред                                                                                                                          |
|                                                                                                                          | владеет                   | Основными знаниями о                                                                                                                                                                                                     | владение навыками                                                                                                                                                                                                                                         | Способность применять методы исследования                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                                                                                                                                                                                              |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                              | (высокий)                 | современных методах экспериментального исследования                                                                                                                                                                                                                                               | применения современных методов экспериментального исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред и применения их для решения научно-исследовательских задач                                                 | физических свойств и функциональных характеристик нанодисперсных магнетиков и применения их для решения научно-исследовательских задач                                                                                                                                                                                         |
| УК-1<br>Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений,<br>генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | знает (пороговый уровень) | методы критического анализа и оценки современных методов экспериментальных исследований и научных достижений в области экспериментальной физики конденсированного состояния и связи этой области с другими областями науки                                                                        | Знание основной оценки состояния современных методов экспериментальных исследований и научных достижений в области физики конденсированного состояния и связи этой области с другими областями науки                                              | Способность дать критическую оценку и провозвести базовый анализ современных методов экспериментальных исследований в физике конденсированного состояния                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                              | умеет (продвинутый)       | 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 | умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов и умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, | способность анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов и умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений |

|  |                   |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                          |
|--|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                   | и ограничений                                                                                                                                                                                | поддающиеся операционализации и 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 промежуточной аттестации**

В качестве заключительного этапа промежуточной (семестровой) аттестации по дисциплине «Современные методы экспериментальных исследований» предусмотрен **зачет**.

#### **Методические указания по сдаче зачета**

На зачете в качестве оценочного средства применяется собеседование по вопросам, составленным ведущим преподавателем. Зачет принимается ведущим преподавателем или его ассистентом.

Во время проведения зачета аспиранты могут пользоваться рабочей программой учебной дисциплины. В случае использования аспирантом средств для списывания, преподаватель имеет право удалить аспиранта с зачета, а в экзаменационную ведомость поставить незачет.

При явке на зачет аспиранты обязаны иметь при себе зачетную книжку. Преподаватель заполняет соответствующие графы зачетной книжки аспиранта: название дисциплины в соответствии с учебным планом, ее трудоемкость, фамилия преподавателя, оценка, дата, подпись.

Для сдачи устного зачета аспирант приглашается в специализированную аудиторию. Выходить из аудитории во время подготовки к ответам без разрешения преподавателя аспирантам запрещается. Время, предоставляемое аспиранту на подготовку к ответу на устном зачете – 30 минут.

При сдаче устного зачета преподаватель может задавать дополнительные вопросы. Если аспирант затрудняется ответить на один

вопрос, то ему можно предложить ответить на другой, но не более одного раза.

При промежуточной аттестации установлены оценки на зачете: «зачтено» и «не зачтено».

При неявке аспиранта на зачет без уважительной причины в ведомости делается запись «не явился».

Оценки, выставленные преподавателем по итогам зачета, не подлежат пересмотру. Аспирант, не согласный с выставленной оценкой, имеет право подать заявление на имя директора Школы. В случае обоснованности поданного заявления директор Школы создает комиссию в составе трех преподавателей по соответствующей кафедре. Оценка, полученная аспирантом во время пересдачи зачета комиссии, является окончательной.

#### **Критерии выставления оценки на зачете**

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «зачтено»    | ставится тогда, когда аспирант свободно владеет теоретическим материалом изучаемой дисциплины, не допускает ошибок при ответах на задаваемые вопросы, используя наглядные таблицы, или допускает некоторые неточности в ответах, но быстро исправляет ошибки при задавании ему наводящих вопросов. Кроме того, аспирант ориентируется в современных методах и технологиях клеточной биологии. |
| «не зачтено» | ставится тогда, когда аспирант не владеет материалом изучаемой дисциплины, не отвечает на дополнительные вопросы преподавателя и не ориентируется в современных вопросах методов экспериментальных исследований                                                                                                                                                                               |

#### **Вопросы к зачету**

##### **по дисциплине «Современные методы экспериментальных исследований»**

1. Основы сканирующей электронной микроскопии.
2. Сканирующая электронная микроскопия высокого разрешения.
3. Рентгеновский микроанализ и дополнительные методы в сканирующей электронной микроскопии.
4. Основы микроскопии фокусированным ионным пучком.
5. Пробоподготовка фокусированным ионным пучком.
6. Масс-спектрометрический анализ химического состава в сканирующей электронной микроскопии.
7. Основы просвечивающей электронной микроскопии.
8. Просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения.
9. Сканирующая просвечивающая электронная микроскопия.

#### **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»<br>«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»<br>«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»<br>«Удовлетворительно»   | Аспирант обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в ответе.                                                                                                                                                                                                         |
| Оценка «2»<br>«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 «Современные методы экспериментальных исследований»**

1. Структурные, спектральные методы, масс-спектрометрические методы.
2. Электромагнитные поля в конденсированных средах
3. Спектральные методы (Фурье) обработки изображений.
4. Моделирование электронно-микроскопических изображений.
5. Типы спектрометров: энергодисперсионный и волновой.
6. Масс-спектрометр вторичных ионов.

**Вопросы для собеседования**

**по дисциплине «Современные методы экспериментальных исследований»**

1. Основы сканирующей электронной микроскопии.
2. Сканирующая электронная микроскопия высокого разрешения.
3. Рентгеновский микроанализ и дополнительные методы в сканирующей электронной микроскопии.
4. Основы микроскопии фокусированным ионным пучком.
5. Пробоподготовка фокусированным ионным пучком.

6. Масс-спектрометрический анализ химического состава в сканирующей электронной микроскопии.
7. Основы просвечивающей электронной микроскопии.
8. Просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения.
9. Сканирующая просвечивающая электронная микроскопия.