

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Амурский государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной работе

А.В. Лейфа

« 21 » мая 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**Экспериментальные методы в физике**  
(наименование учебной дисциплины/модуля)

Направление подготовки 03.03.02 – «Физика»  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Программа подготовки: академический бакалавриат

Год набора: 2020 г.  
Форма обучения: очная  
Курс IV Семестр 7, 8

Зачет с оценкой 7 0,2 (акад. час.)  
(семестр)

Экзамен 8, 36 (акад. час.)  
(семестр)

Лекции 26 (акад. час.)  
Лабораторные занятия 18 (акад. час.)  
Практические занятия 74 (акад. час.)  
Самостоятельная работа 203,8 (акад. час.)  
Курсовая работа (7 семестр) (2 акад. часа)  
Общая трудоемкость дисциплины 360 (акад. час.), 10 (з.е.)

Составитель Е.В. Стукова, профессор, доктор физ.-мат. наук.  
(И.О.Ф., должность, ученое звание)

Факультет инженерно-физический  
Кафедра физики

Благовещенск 2020г.

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 – «Физика», квалификация: бакалавр

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики

«15» 05 2020 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой  Е.В. Стукова

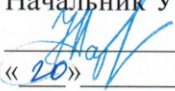
Рабочая программа одобрена на заседании УМС направления подготовки 03.03.02 – «Физика»

«20» 05 2020 г., протокол № 1

Председатель  Е.В. Стукова

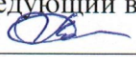
СОГЛАСОВАНО

Начальник УМУ

 Н.А. Чалкина  
«20» 05 2020 г.

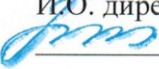
СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой

 Е.В. Стукова  
«20» 05 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

И.О. директора научной библиотеки

 О.В. Петрович

«20» 05 2020 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** освоения дисциплины является формирование теоретических представлений и практических навыков в области современных экспериментальных методов, применяемых в физике твердого тела для исследования его структурного и фазового состава, физических свойств.

**Задачи:**

1. Изучение основ и физических принципов современных экспериментальных методов анализа структуры, состава и свойств твердых тел;
2. Практическое овладение техникой и методикой экспериментов, последующей математической обработкой экспериментальных результатов исследования и интерпретацией полученных данных;
3. Научное приложение экспериментальных методов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО:

Дисциплина «Экспериментальные методы в физике» входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для освоения дисциплины необходимо знать:

- 1) курс общей физики;
- 2) дисциплины модуля «Теоретическая физика»;
- 3) физику твердого тела.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3);

способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4);

способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (ПК-5);

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать** основные методы анализа структуры, состава и свойств твердых тел;

**уметь** практически применять эти методы в научных исследованиях.

**владеть** навыками расшифровки, интерпретировать изображения и спектры, полученных этими методами.

## 4. МАТРИЦА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ

| Разделы дисциплины                                            | Компетенции |      |      |
|---------------------------------------------------------------|-------------|------|------|
|                                                               | ПК-3        | ПК-4 | ПК-5 |
| 1                                                             | 2           | 3    | 4    |
| Техника сканирующей зондовой микроскопии                      | +           | +    | +    |
| Методы сканирующей зондовой микроскопии                       | +           | +    | +    |
| Оже-электронная спектроскопия.                                | +           | +    | +    |
| Взаимодействие электронов с веществом                         | +           | +    | +    |
| Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ | +           | +    | +    |
| Просвечивающая электронная микроскопия                        | +           | +    | +    |

| 1                                                      | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------------------------------------|---|---|---|
| Методы исследования, построенные на явлении дифракции  | + | + | + |
| Методы исследования, построенные на квантовых эффектах | + | + | + |
| Десорбционная спектроскопия.                           | + | + | + |
| Масс-спектрометрия                                     | + | + | + |
| Линейная и нелинейная диэлектрическая спектроскопия    | + | + | + |

## 5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 акад. часов.

| № п/п                     | Тема (раздел дисциплины)                                      | Семестр | Неделя семестра | Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в акад. часах) |                   |                   |              | Формы текущего контроля успеваемости<br>(по неделям семестра)<br>Форма промежуточной аттестации<br>(по семестрам) |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------|---------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           |                                                               |         |                 | Лекции                                                                                          | Практические раб. | Лабораторные раб. | СР           |                                                                                                                   |
| 1                         | 2                                                             | 3       | 4               | 5                                                                                               | 6                 | 7                 | 8            | 9                                                                                                                 |
| 1                         | Техника сканирующей зондовой микроскопии                      | 7       | 1-3             | 4                                                                                               | 6                 | -                 | 18,8         | Проверка в ходе практических работ                                                                                |
| 2                         | Методы сканирующей зондовой микроскопии                       | 7       | 4-6             | 4                                                                                               | 6                 | -                 | 18,6         | Проверка в ходе практических работ                                                                                |
| 3                         | Оже-электронная спектроскопия.                                | 7       | 7-9             | 2                                                                                               | 6                 | -                 | 18,6         | Проверка в ходе практических работ                                                                                |
| 4                         | Взаимодействие электронов с веществом                         | 7       | 10-12           | 2                                                                                               | 6                 | -                 | 18,6         | Проверка в ходе практических работ                                                                                |
| 5                         | Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ | 7       | 12-14           | 2                                                                                               | 6                 | -                 | 18,6         | Проверка в ходе практических работ                                                                                |
| 6                         | Просвечивающая электронная микроскопия                        | 7       | 15-17           | 2                                                                                               | 4                 | -                 | 18,6         | Проверка в ходе практических работ                                                                                |
| Курсовая работа           |                                                               | 7       | 1-17            | -                                                                                               | -                 | 18                | 34           | <b>Защита курсовой работы<br/>2 (акад.час.)</b>                                                                   |
| <b>Итого в 7 семестре</b> |                                                               |         |                 | <b>16</b>                                                                                       | <b>34</b>         | <b>18</b>         | <b>145,8</b> | <b>Зачет с оценкой<br/>0,2 (акад.час.)</b>                                                                        |
| 7                         | Методы исследования, построенные на явлении дифракции         | 8       | 1-2             | 2                                                                                               | 8                 | -                 | 12           | Проверка в ходе практических работ                                                                                |
| 8                         | Методы исследования, построенные на квантовых эффектах        | 8       | 3-4             | 2                                                                                               | 8                 | -                 | 12           | Проверка в ходе практических работ                                                                                |

| 1                         | 2                                                   | 3 | 4    | 5         | 6         | 7         | 8            | 9                                                                                                             |
|---------------------------|-----------------------------------------------------|---|------|-----------|-----------|-----------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9                         | Десорбционная спектроскопия.                        | 8 | 5-6  | 2         | 8         | -         | 12           | Проверка в ходе практических работ                                                                            |
| 10                        | Масс-спектрометрия                                  | 8 | 7-8  | 2         | 8         | -         | 11           | Проверка в ходе практических работ                                                                            |
| 11                        | Линейная и нелинейная диэлектрическая спектроскопия | 8 | 9-10 | 2         | 8         | -         | 11           | Проверка в ходе практических работ                                                                            |
| <b>Итого в 8 семестре</b> |                                                     |   |      | <b>10</b> | <b>40</b> | <b>-</b>  | <b>58</b>    | <b>Экзамен 36 (акад. час.)</b>                                                                                |
| <b>ИТОГО</b>              |                                                     |   |      | <b>26</b> | <b>74</b> | <b>18</b> | <b>203,8</b> | <b>Зачет с оценкой 0,2 (акад. час.)<br/>Защита курсовой работы 2 (акад. час.)<br/>Экзамен 36 (акад. час.)</b> |

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Лекционный курс

| № п/п | Наименование темы (раздела)                                   | Содержание темы (раздела)                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Техника сканирующей зондовой микроскопии                      | Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов. Сканирующие элементы (сканеры) зондовых микроскопов. Устройства для прецизионных перемещений зонда и образца.                                                                                                                                                                        |
| 2     | Методы сканирующей зондовой микроскопии                       | Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Электросиловая микроскопия. Магнитно-силовая микроскопия. Ближнепольная оптическая микроскопия                                                                                                                                                                         |
| 3     | Оже-электронная спектроскопия.                                | Физические принципы Оже-электронной спектроскопии. Спектр вторичных электронов, возбуждаемых электронным ударом: основные процессы. Энергетические уровни, сдвиги и форма Оже-пиков. Энергия Оже-электронов в твердом теле. Химические сдвиги в Оже-спектрах. Связь химических сдвигов в рентгеноэлектронной и Оже-спектроскопии.      |
| 4     | Взаимодействие электронов с веществом□                        | Процессы взаимодействия и методы анализа. Характеристические потери. Вторичная электронная эмиссия. Рассеяние электронов веществом.                                                                                                                                                                                                    |
| 5     | Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ | Взаимодействие электронного пучка с образцом. Упругое и неупругое рассеяние. Область взаимодействия электронного пучка с веществом. Отраженные электроны. Вторичные электроны. Характеристическое рентгеновское излучение. Формирование изображения в растровом электронном микроскопе. Разрешающая способность. Контраст изображения. |
| 6     | Просвечивающая электронная микроскопия□                       | Природа контраста изображения в просвечивающем электронном микроскопе: абсорбционный контраст. Дифракционный контраст. Принципы формирования дифракционного контраста. Кинематическая и динамическая теории контраста.                                                                                                                 |

| № п/п | Наименование темы (раздела)                            | Содержание темы (раздела)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                        | Прямое наблюдение кристаллической структуры, анализ дефектов решетки. Анализ дефектов упаковки, дислокаций и границ зерен. Определение плотности дислокаций. Контраст в изображении включений.                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 7     | Методы исследования, построенные на явлении дифракции  | Дифракция медленных электронов. Дифракция быстрых электронов. Аппаратура ДБЭ. ДБЭ-анализ. Дифракция рентгеновских лучей. Структурный анализ с помощью РД.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 8     | Методы исследования, построенные на квантовых эффектах | Электронный парамагнитный резонанс. Квантовомеханическая интерпретация ЭПР. Устройство ЭПР спектрометров. Основные характеристики спектров ЭПР. Спектрометры электронного парамагнитного резонанса                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 9     | Десорбционная спектроскопия.                           | Адсорбция на поверхности твердых тел. Молекулярная и диссоциативная адсорбция. Десорбционная спектроскопия. Термодесорбция. Импульсная и термопрограммируемая десорбция. Качественный анализ зависимостей давления от времени. Экспериментальное оборудование для импульсной десорбции и ТПД. Спектры импульсной десорбции и ТПД. Электронно-стимулированная десорбция. Основные механизмы. Переходы частиц через поверхность раздела твердых фаз. Оборудование и измерения. |
| 10    | Масс-спектрометрия                                     | Ионизация атомов и молекул. Методы ионизации. Типы ионов. Сущность метода масс-спектрометрии. Принципиальная схема масс-спектрометра. Магнитные и динамические масс-спектрометры. Спектрометрион-циклотронного резонанса. Хромато-масс-спектрометрия. Идентификация и установление строения веществ. Определение потенциалов ионизации молекул. Массспектрометрия в термодинамических исследованиях и химической кинетике.                                                   |
| 11    | Линейная и нелинейная диэлектрическая спектроскопия    | Метод диэлектрической спектроскопии как основа для изучения динамических свойств диэлектриков и полупроводников. Теория диэлектрических спектров. Генерация высших гармоник. Сильные и слабые поля                                                                                                                                                                                                                                                                           |

## 6.2. Темы практических занятий

1. Формирование и обработка СЗМ изображений.
2. Система управления АСМ, ЭСМ, МСМ (колебательные методики).
3. Энергия оже-электронов свободного атома (Теоретический, полуэмпирический и эмпирический расчеты). Интерпретация данных Оже-спектроскопии в конкретных химико- и физико-материаловедческих задачах.
4. Методы препарирования объектов для электронной микроскопии.
5. Расчеты в методах электронной микроскопии.
6. Просвечивающий электронный микроскоп. Устройство и принцип работы. Электронография.
7. Интерпретация картин ДМЭ.
8. Классическая интерпретация ЭПР.
9. Уравнение Аррениуса. Изотерма адсорбции Ленгмюра.
10. Применение метода масс-спектрометрии для исследования органических и неорганических соединений.
11. Основные свойства СВЧ диэлектриков, сегнетоэлектриков и пьезоэлектриков.

### 6.3. Примерная тематика курсовых работ

1. Количественный и качественный анализ тонких пленок  $\text{BaSi}_2$ , сформированных методом твердофазной эпитаксии».
2. Формирование тонких пленок  $\text{BaSi}_2$  и их анализ методами электронной оже-спектроскопии и спектроскопии характеристических потерь энергии электронами
3. Получение характеристик фокусатора на основе голограммы объекта со сложным рельефом»
4. Исследование диэлектрических свойств сегнетоэлектрического композита  $(\text{NH}_4\text{HSO}_4)_{1-x}/(\text{PbTiO}_3)_x$ »
5. Анализ электрофизических свойств синтетических и природных цеолитов
6. Формирование и оптические свойства тонких пленок силицида бария
7. Анализ полос поглощения в микро- и нанопорошках  $\text{CeO}_2$
8. Моделирование оптических свойств наночастиц  $\text{MgO}$
9. Разработка программно-аппаратного комплекса для автоматизированной обработки спектров Оже-электронов, полученных на приборе PHI-590
10. Определение влияния включений частиц иодата калия на диэлектрические свойства тринлицинсульфата в сегнетоэлектрическом композите  $(\text{TGS})_{1-x}/(\text{KIO}_3)_x$
11. Влияние частиц включений  $\text{PbTiO}_3$  на диэлектрические свойства  $\text{TGS}$  в композите  $(\text{TGS})_{1-x}/(\text{PbTiO}_3)_x$
12. Исследование диэлектрических свойств нанокompозита на основе сегнетоэлектрика  $\text{TGS}$ , внедренного в  $\text{Al}_2\text{O}_3$
13. Докашенко Дмитрий Александрович «Особенности диэлектрических свойств наноразмерных сегнетоэлектриков, внедренных в пористый оксид алюминия»
14. Влияние ионизирующего излучения на рентгеновские фотоэлектронные спектры эпоксидной смолы
15. Исследование методом ЭОС и СХПЭЭ тонких пленок  $\text{BaSi}_2$ , сформированных на  $\text{Si}(111)$
16. Влияние наночастиц диоксида титана на оптические свойства кремнийорганического лака
17. Расчет оптических постоянных для пленок, сформированных методом ТФЭ
18. Моделирование электрического поля в полимерной плёнке при ее радиационной электризации

### 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

По данному курсу в рамках самостоятельной работы студента предполагается подготовка к устной защите практических работ, текущая подготовка по темам лекционных занятий, подготовка курсовой работы 203,8 (акад. часов).

| № п/п | Наименование темы (раздела)              | Форма (вид самостоятельной работы)                                | Трудоемкость (в акад. часах) |
|-------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1     | Техника сканирующей зондовой микроскопии | Проверка в ходе практических работ (устный опрос).                | 18,8                         |
| 2     | Методы сканирующей зондовой микроскопии  | Подготовка к практическим работам (выполнение домашнего задания). | 18,6                         |
| 3     | Оже-электронная спектроскопия.           | Проверка в ходе практических работ (устный опрос).                | 18,6                         |
| 4     | Взаимодействие электронов с веществом    | Подготовка к практическим работам (выполнение домашнего задания). | 18,6                         |



| № п/п                  | Наименование темы (раздела)                                                         | Форма (вид самостоятельной работы)                                                                                        | Трудоемкость (в акад. часах) |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 5                      | Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ                       | Проверка в ходе практических работ (устный опрос).                                                                        | 18,6                         |
| 6                      | Просвечивающая электронная микроскопия                                              | Подготовка к практическим работам (выполнение домашнего задания).                                                         | 18,6                         |
| <b>Курсовая работа</b> |                                                                                     |                                                                                                                           |                              |
| 7                      | Выдача задания. Обоснование выбора темы, новизны исследования, актуальности работы. | Обсуждение с руководителем объема выполняемой работы,                                                                     | 2                            |
| 8                      | Модуль 1 «Литературный обзор»                                                       | Работа с библиографическими материалами: книгами, журналами, патентами и т.д.                                             | 6                            |
| 9                      | Модуль 2 «Объекты и методы исследования»                                            | Выбор и подготовка образцов для исследования. Обоснование выбора методов исследования                                     | 8                            |
| 10                     | Модуль 3 «Экспериментальная часть»                                                  | Выполнение эксперимента и обработка экспериментальных данных. Оформление пояснительной записки                            | 12                           |
| 11                     | Заключение                                                                          | Оформление заключения и формулирование выводов по выполненной работе                                                      | 4                            |
| 12                     | Подготовка презентации                                                              | Создание презентации работы и обсуждение результатов с руководителем. Получение отзыва на курсовую работу от руководителя | 2                            |
|                        | <b>Итого в 7 семестре</b>                                                           |                                                                                                                           | <b>145,8</b>                 |
| 13                     | Методы исследования, построенные на явлении дифракции                               | Подготовка к практическим работам (выполнение домашнего задания).                                                         | 12                           |
| 14                     | Методы исследования, построенные на квантовых эффектах                              | Проверка в ходе практических работ (устный опрос).                                                                        | 12                           |
| 15                     | Десорбционная спектроскопия.                                                        | Проверка в ходе практических работ (устный опрос).                                                                        | 12                           |
| 16                     | Масс-спектрометрия                                                                  | Подготовка к практическим работам (выполнение домашнего задания).                                                         | 11                           |
| 17                     | Линейная и нелинейная диэлектрическая спектроскопия                                 | Проверка в ходе практических работ (устный опрос).                                                                        | 11                           |
|                        | <b>Итого в 8 семестре</b>                                                           |                                                                                                                           | <b>58</b>                    |
|                        | <b>Итого</b>                                                                        |                                                                                                                           | <b>203,8</b>                 |

**Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Стукова Е.В. Сборник учебно-методических материалов по дисциплине «Экспериментальные методы в физике» [Электронный ресурс]. Режим доступа:

[http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/9913.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/9913.pdf)



## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 – «Физика» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При преподавании дисциплины «Экспериментальные методы в физике» используются как традиционные (лекция, лекция - беседа, проблемная лекция, лекция-семинар), так и инновационные технологии (применение мультимедийного проектора, семинар-дискуссия, использование ресурсов сети Internet и электронных учебников).

Лекционные занятия проводятся с использованием традиционной, активной и интерактивной форм обучения. Практические занятия проводятся с использованием активных и интерактивных форм обучения.

## 9. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Экспериментальные методы в физике».

**Текущий контроль** за аудиторной и самостоятельной работой обучающихся осуществляется во время проведения аудиторных занятий посредством устного опроса, проведения контрольных работ или осуществления лекции в форме диалога.

**Промежуточный контроль** осуществляется один раз в семестр в виде тестового задания.

**Зачет с оценкой** – итоговый контроль осуществляется после успешного прохождения студентами текущего и промежуточного контроля в виде устного или письменного зачета при ответах на два вопроса в билете и дополнительные вопросы по желанию преподавателя.

**Экзамен** – итоговая аттестация по дисциплине. Экзамен по данному виду контроля складывается из текущей работы студента в семестре, промежуточного контроля, самостоятельной работы и ответа на экзамене (40% - промежуточный контроль знаний студентов, 60% - результаты итогового экзамена).

Кафедра имеет право перераспределить это соотношение до 10%.

Знания студента оцениваются как **отличные** при полном изложении теоретического материала экзаменационного билета и ответах на дополнительные вопросы со свободной ориентацией в материале и других литературных источниках.

Оценка **“хорошо”** ставится при твердых знаниях студентом всех разделов курса, но в пределах конспекта лекций и обязательных заданий по самостоятельной работе с литературой.

Оценку **«удовлетворительно»** студент получает, если дает неполные ответы на теоретические вопросы билета, показывая поверхностное знание учебного материала, владение основными понятиями и терминологией; при неверном ответе на билет ответы на наводящие вопрос.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за незнание студентом одного из разделов курса. Студент не дает полные ответы на теоретические вопросы билета, показывая лишь фрагментарное знание учебного материала, незнание основных понятий и терминологии; наводящие вопросы остаются без ответа.

### 9.1. Вопросы к зачету с оценкой в 7-ом семестре

1. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов.
2. Сканирующие элементы (сканеры) зондовых микроскопов.
3. Устройства для прецизионных перемещений зонда и образца.
4. Сканирующая туннельная микроскопия.
5. Атомно-силовая микроскопия.
6. Электросиловая микроскопия.
7. Магнитно-силовая микроскопия.
8. Ближнепольная оптическая микроскопия
9. Физические принципы Оже-электронной спектроскопии.
10. Спектр вторичных электронов, возбуждаемых электронным ударом: основные процессы. Энергетические уровни, сдвиги и форма Оже-пиков.
11. Энергия Оже-электронов в твердом теле.
12. Химические сдвиги в Оже-спектрах. Связь химических сдвигов в рентгеноэлектронной и Оже-спектроскопии.
13. Процессы взаимодействия и методы анализа. Характеристические потери.
14. Вторичная электронная эмиссия. Рассеяние электронов веществом.
15. Взаимодействие электронного пучка с образцом. Упругое и неупругое рассеяние. Область взаимодействия электронного пучка с веществом.
16. Отраженные электроны. Вторичные электроны.
17. Характеристическое рентгеновское излучение.
18. Формирование изображения в растровом электронном микроскопе. Разрешающая способность. Контраст изображения.
19. Природа контраста изображения в просвечивающем электронном микроскопе: абсорбционный контраст.
20. Дифракционный контраст. Принципы формирования дифракционного контраста.
21. Кинематическая и динамическая теории контраста.
22. Прямое наблюдение кристаллической структуры, анализ дефектов решетки. Анализ дефектов упаковки, дислокаций и границ зерен. Определение плотности дислокаций. Контраст в изображении включений.

### 9.2. Вопросы к экзамену в 8-ом семестре

1. Дифракция медленных электронов.
2. Дифракция быстрых электронов. Аппаратура ДБЭ. ДБЭ-анализ.
3. Дифракция рентгеновских лучей. Структурный анализ с помощью РД
4. Электронный парамагнитный резонанс. Квантовомеханическая интерпретация ЭПР.
5. Устройство ЭПР спектрометров. Основные характеристики спектров ЭПР.
6. Спектрометры электронного парамагнитного резонанса
7. Адсорбция на поверхности твердых тел. Молекулярная и диссоциативная адсорбция.
8. Десорбционная спектроскопия.
9. Термодесорбция.
10. Импульсная и термопрограммируемая десорбция.
11. Качественный анализ зависимостей давления от времени.
12. Экспериментальное оборудование для импульсной десорбции и ТПД.
13. Спектры импульсной десорбции и ТПД.
14. Электронно-стимулированная десорбция. Основные механизмы. Переход частиц через поверхность раздела твердых фаз. Оборудование и измерения.
15. Ионизация атомов и молекул. Методы ионизации. Типы ионов.
16. Сущность метода масс-спектрометрии. Принципиальная схема масс-спектрометра.
17. Магнитные и динамические масс-спектрометры.
18. Спектрометрион-циклотронного резонанса.

19. Хромато-масс-спектрометрия. Идентификация и установление строения веществ. Определение потенциалов ионизации молекул.
20. Масс-спектрометрия в термодинамических исследованиях и химической кинетике. Метод диэлектрической спектроскопии как основа для изучения динамических свойств диэлектриков и полупроводников.
21. Теория диэлектрических спектров.
22. Генерация высших гармоник. Сильные и слабые поля

### 9.3. КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

| Оценка                     | Полнота, системность, прочность знаний                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Обобщенность знаний                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Отлично<br>«5»             | Работа содержит обзор библиографии за последние 10 лет. Студент представляет проблему исследования, актуальность своей работы, практическую значимость работы. Студент полностью владеет теорией по тематике курсовой работы, самостоятельно выполнил эксперимент, обработал результаты эксперимента, оформил пояснительную записку. Умеет использовать для обработки результатов эксперимента современные прикладные программы.                      | Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений; свободное оперирование известными фактами и сведениями с использованием сведений для выполнения курсовой работы |
| Хорошо<br>«4»              | Работа содержит обзор библиографии за последние 10 лет. Студент представляет проблему исследования, актуальность своей работы, практическую значимость работы. Студент не совсем полно владеет теорией по тематике курсовой работы, самостоятельно выполнил эксперимент, обработал результаты эксперимента, оформил пояснительную записку. Умеет использовать для обработки результатов эксперимента современные прикладные программы.                | Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений, в которых могут быть отдельные несущественные ошибки; подтверждение изученного известными фактами и сведениями. |
| Удовлетворительно<br>«3»   | В работе проведен недостаточно полный анализ библиографических источников. Студент плохо представляет проблему исследования, актуальность своей работы, практическую значимость работы. Студент плохо владеет теорией по тематике курсовой работы, самостоятельно выполнил эксперимент, обработал результаты эксперимента, оформил пояснительную записку. Умеет использовать для обработки результатов эксперимента современные прикладные программы. | Затруднения при выделении существенных признаков изученного, при выявлении причинно-следственных связей и формулировке выводов.                                                                                                                                             |
| Неудовлетворительно<br>«2» | Курсовая работа не выполнена или студент не выполнил задание к курсовой работе более чем на 50%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | На защиту не представлена презентация и не сделан доклад                                                                                                                                                                                                                    |

## **Порядок допуска и защиты курсовой работы**

9.1 Допуск к защите курсовой работы осуществляет руководитель.

9.2 Руководитель выставляет предварительную оценку работы студента, которая учитывается при защите курсовой работы.

9.3 Курсовая работа, получившая положительную оценку руководителя, допускается к защите.

9.4 Для защиты курсовой работы создается комиссия из членов кафедры в составе 3-5 человек. На защите должен присутствовать руководитель.

9.5 На защиту курсовой работы студент представляет презентацию. На слайдах должны содержаться следующие материалы: название работы, сведения о студенте и руководителе; цель работы, задачи, решенные в процессе выполнения работы; основные результаты; выводы; апробация работы. Читать доклад не рекомендуется.

9.6 После доклада студенту задаются вопросы в устной форме. Вопросы могут задавать все присутствующие.

9.7 Общая продолжительность защиты одной курсовой работы не должна превышать 15-20 минут.

9.8 Оценка курсовой работы записывается в ведомость.

9.9 Если же на курсовую работу научным руководителем представлен отрицательный отзыв, она подлежит переработке. После ее исправления и наличия положительного отзыва научного руководителя, студенту предоставляется право повторной защиты курсовой работы.

9.10 Студент, не представивший в установленный срок курсовую работу или не защитивший ее по неуважительной причине, считается имеющим академическую задолженность.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ФИЗИКЕ»**

### **а) основная литература**

1. Старовиков, М.И. Введение в экспериментальную физику [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 236 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=379](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=379)

2. Фомин Д.В. Экспериментальные методы физики твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Д.В. Фомин— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2017.— 185 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57258.html> .— ЭБС «IPRbooks»

### **б) дополнительная литература:**

1. Фриш, С.Э. Оптические спектры атомов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 656 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=625](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=625)

2. Деменков, В.Г. Начала электронных методов ядерной физики [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Г. Деменков, П.В. Деменков. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 378 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=71708](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71708)

3. Тимофеев, В.Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 508 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=56612](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56612)

### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурс**

| № | Наименование ресурса                              | Краткая характеристика                                                                                                                              |
|---|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Операционная система MS Windows 10 Education, Pro | Dream Spark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору – Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года |

| № | Наименование ресурса | Краткая характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Google Chrome        | Бесплатное распространение по лицензии google chromium <a href="http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html">http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html</a><br>На условиях <a href="https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html">https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html</a> |

**г) профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

| №  | Адрес                                                                     | Название, краткая характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>                   | Единое окно доступа к образовательным ресурсам                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2. | <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>       | Google Scholar —поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.                                                                                                                                                                                                                               |
| 3. | <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>                   | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования                                                                                                                                                                                  |
| 4. | <a href="http://grotrian.nsu.ru/ru/">http://grotrian.nsu.ru/ru/</a>       | Электронная структура атомов Российская информационно-справочная система по спектральным данным атомов и ионов с одной из самых полных баз спектральных данных среди мировых систем.                                                                                                                                            |
| 5. | <a href="http://www.mavicanet.ru/">http://www.mavicanet.ru/</a>           | MavicaNET - Многоязычный Поисковый Каталог. Теоретическая физика. Институты, лаборатории и др. организации, занимающиеся исследованиями в области теоретической физики. Может содержать все существующие подкатегории раздела физика, если источник связан с теоретическими исследованиями.                                     |
| 6. | <a href="http://dxdy.ru/fizika-f2.html">http://dxdy.ru/fizika-f2.html</a> | Научный форум. Физика, Математика, Химия, Механика и Техника. Обсуждение теоретических вопросов, входящих в стандартные учебные курсы. Дискуссионные темы физики: попытки опровержения классических теорий и т.п. Обсуждение нетривиальных и нестандартных учебных задач. Полезные ресурсы сети, содержащие материалы по физике |

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### ***Рекомендации при подготовке и изучению лекционного материала.***

В процессе изучения лекционного материала рекомендуется использовать опорные конспекты, учебники и учебные пособия.

Умение слушать, творчески воспринимать излагаемый материал – это необходимое условие для его понимания. В процессе лекционного занятия необходимо выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Если при изложении материала преподавателем создана проблемная ситуация, пытаться предугадать дальнейший ход рассуждений. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов.

Из сказанного следует, что для более прочного усвоения знаний лекцию необходимо конспектировать. Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Не надо стремиться подробно слово в слово записывать всю лекцию. Конспектируйте только самое важное в рассматриваемом параграфе. Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками. Лекция не должна превращаться в урок-диктант.

Тетрадь для конспекта лекций также требует особого внимания. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам. Целесообразно отделить поля, где можно бы изложить свои мысли, вопросы, появившиеся в ходе лекции. Полезно одну из страниц оставлять свободной. Она потребуется потом, при самостоятельной подготовке. Сюда можно будет занести дополнительную информацию по данной теме, полученную из других источников.

Таким образом, на лекции студент должен совместить два момента: внимательно слушать лектора, прикладывая максимум усилий для понимания излагаемого материала и одновременно вести его осмысленную запись. После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. Перед каждой последующей лекцией рекомендуется просмотреть материал по предыдущей лекции.

#### ***Рекомендации по подготовке к практическим занятиям***

Для более глубокого усвоения материала полезно решать задачи. Умение решать задачи потребуется и на экзамене. Большинство вузов в билеты устного экзамена, помимо теоретических вопросов, включает одну или несколько задач, и во время экзамена вам, кроме дополнительных теоретических вопросов, может быть предложена задача. Экзаменаторы справедливо считают, что одним из критериев усвоения теории является способность решать задачи.

1. Для подготовки к практическим занятиям используйте конспекты лекций, учебники и учебные пособия, указанные в списке рекомендуемой основной и дополнительной литературы.

2. Просмотрите те вопросы теории, освещающие разбираемую тему.

3. На практических занятиях целесообразно иметь при себе конспекты лекций, учебники и учебные пособия.

4. При выполнении домашних задач внимательно просмотрите решение аналогичных задач, рассматриваемых на учебных занятиях, осмыслите методы и методические приемы, используемые при их решении.

#### ***Рекомендации при подготовке к контролирующим тестам, экзамену.***

В высшей школе студент должен прежде всего сформировать потребность в знаниях и научиться учиться, приобрести навыки самостоятельной работы, необходимые для непрерывного самосовершенствования, развития профессиональных и интеллектуальных способностей.

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей. Самостоятельная работа сопровождается эффективным контролем и оценкой ее результатов.

Для успешной самостоятельной работы студент должен планировать свое время и за основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины.

развития обучающихся в системе образования; по своим целям бывают выпускными, завершающими определенный этап учебного процесса, вступительными.

Основная цель подготовки к экзамену – достичь понимания законов и явлений, а не только механически заучить материал. Но все же довольно много вещей придется просто выучить. При этом следует учитывать ваши индивидуальные особенности.

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

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, лабораторных занятий, аудиторий курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.