



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Кафедра общей и экспериментальной физики**



**Рабочая программа дисциплины**

Наименование дисциплины: Б1.О.07 Высокореистивные материалы


Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Профиль подготовки: Электроника и нанoeлектроника

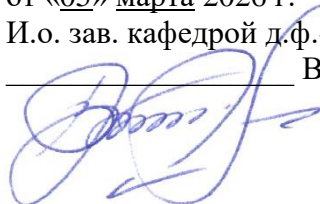
Квалификация выпускника: Магистр

Тип образовательной программы: Академическая магистратура

Форма обучения: очная.

Согласовано с УМК  
физического факультета  
Протокол № 53 от «17» марта 2026 г.  
Председатель д.ф.-м.н., профессор  
 Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 7  
от «05» марта 2026 г.  
И.о. зав. кафедрой д.ф.-м.н.  
 В.П. Дресвянский

Иркутск 2026 г.

## Содержание

|       |   |    |
|-------|---|----|
| I     | Цели и задачи дисциплины (модуля).....  | 3  |
| II    | Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО.....  | 3  |
| III   | Требования к результатам освоения дисциплины.....   | 3  |
| IV    | Содержание и структура дисциплины (модуля).....   | 4  |
| 4.1   | Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов..... | 4  |
| 4.2   | План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....  | 5  |
| 4.3   | Содержание учебного материала.....  | 6  |
| 4.3.1 | Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.....  | 7  |
| 4.3.2 | Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС).....                          | 8  |
| 4.4   | Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....  | 9  |
| 4.5   | Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии).....   | 9  |
| V     | Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).....   | 9  |
|       | а) перечень литературы.....   | 9  |
|       | б) периодические издания.....   | 9  |
|       | в) список авторских методических разработок.....  | 9  |
|       | г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....   | 9  |
| VI    | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).....  | 10 |
| 6.1   | Учебно-лабораторное оборудование.....   | 10 |
| 6.2   | Программное обеспечение.....  | 10 |
| 6.3   | Технические и электронные средства.....   | 10 |
| VII   | Образовательные технологии.....   | 11 |
| VIII  | Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации.....   | 11 |

### **I. Цели и задачи дисциплины (модуля):**

Программа разработана в соответствии с основной образовательной программой ФГОС по направлению 11.04.04 Электроника и наноэлектроника и предназначена для обеспечения курса «Высокорезистивные материалы», изучаемого студентами в течение второго семестра.

#### **Основная цель курса:**

-формирование у обучающихся знаний о фундаментальных физических эффектах, имеющих место в материалах, обладающих высоким электрическим сопротивлением.

#### **Для достижения данной цели были поставлены задачи:**

-систематическое изложение способов и методов применения основных принципов физического материаловедения к исследованию свойств высокорезистивных материалов.

Программа ориентирована на развитие у студентов интереса к познанию физических явлений, приобретение навыков самостоятельного изучения фундаментальных основ науки и их приложений.

### **II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО:**

Дисциплина «Высокорезистивные материалы» входит в модуль Б1.О.07, относящийся к обязательной части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

### **III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) :**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-3.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

| <b>Компетенция</b>  | <b>Индикаторы компетенций</b>  | <b>Результаты обучения</b>   |
|---|--|--|
| ОПК–3.<br>Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач | ОПК 3.1.<br>Знает принципы приобретения, обработки, анализа и использования необходимой информации в своей предметной области.<br>ОПК 3.2.<br>Умеет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности.<br>ОПК 3.3<br>Владеет методами математического моделирования приборов и технологических процессов с использованием современных | <b>знает:</b><br>теоретические основы физики диэлектрических материалов;<br>понимает, излагает и критически анализирует базовую общефизическую информацию при помощи современных цифровых инструментов;<br>использует возможности интернет ресурсов и программных продуктов при решении профессиональных задач.<br><br><b>умеет:</b><br>пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики при коммуникациях с преподавателем и сокурсниками для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации.<br><br><b>владеет:</b><br>методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации с помощью |

|  |                            |   |
|--|----------------------------|---|
|  | информационных технологий. | соответствующих программных продуктов;<br>навыками поиска информации на электронных ресурсах оригинальных сайтов с электронными публикациями научных работ. |
|--|----------------------------|---|

#### IV. Содержание и структура дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа, в том числе 70 часов контактной работы. Занятия проводятся только в очной форме обучения с применением дистанционного контроля самостоятельной работы студентов через ЭИОС факультета. На практическую подготовку отводится 20 аудиторных часов (во время выполнения практических заданий). Форма промежуточной аттестации: экзамен.

##### 4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

| № п/н | Раздел дисциплины/тема  | Семестр | Всего часов | Из них практическая подготовка обучающихся | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах) |   |              |                        | Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------|---|---------|-------------|--|---|---|--------------|------------------------|---|
|       |   |         |             |  | Контактная работа преподавателя с обучающимися  |   |              | Самостоятельная работа |   |
|       |   |         |             |  | Лекции  | Семинарские/ практические/ лабораторные занятия | Консультации |                        |   |
| 1     | 2   | 3       | 4           | 5  | 6   | 7   | 8            | 9                      | 10  |
| 1     | Раздел 1. Поляризация диэлектриков. Виды поляризации.                             | 2       | 12          | 2  | 6   | 2   | -            | 4                      | Опрос   |
| 2     | Раздел 2. Диэлектрические потери.   | 2       | 15          | 4  | 6   | 4   | 1            | 4                      | Решение задач   |
| 3     | Раздел 3. Диэлектрические потери в зависимости от агрегатного состояния вещества. | 2       | 18          | 4  | 6   | 4   | 2            | 6                      | Решение задач   |
| 4     | Раздел 4. Пробой диэлектриков. Пробой газов.                                      | 2       | 9           | -  | 4   | -   | 1            | 4                      | Опрос   |
| 5     | Раздел 5 Пробой диэлектриков. Пробой жидких и твердых диэлектриков.               | 2       | 11          | 2  | 4   | 2   | 1            | 4                      | Опрос   |
| 6     | Раздел 6. Электропроводность диэлектриков.  | 2       | 12          | 4  | 4   | 2   | 2            | 4                      | Решение задач   |
| 7     | Раздел 7. Фазовые переходы в диэлектриках.  | 2       | 18          | 2  | 6   | 4   | 2            | 6                      | Опрос   |
| 8     | Раздел 8 Активные диэлектрики.  | 2       | 9           | 2  | 2   | 2   | 1            | 4                      | Опрос   |
| 9     | Раздел 9. Основные свойства, особенности технологии и применение диэлектриков.    | 2       | 4           | -  | 2   | -   | -            | 2                      | Опрос   |
|       | КСР   | 2       | 36          |  |   |   |              |                        | Опрос   |
|       | <b>Итого часов</b>  | 2       | <b>144</b>  | 20   | <b>40</b>   | <b>20</b>                                       | <b>10</b>    | <b>38</b>              |   |

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

| Семестр  | Название раздела, темы | Самостоятельная работа обучающихся |  |                     |                     | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы |
|--|------------------------|------------------------------------|--|---------------------|---------------------|--|
|  |                        | Вид самостоятельной работы         | Сроки выполнения                           | Трудоемкость (час.) | Оценочное средство  |  |
| 2  | Разделы 4,5,7,8        | Решение домашних задач             | В течение семестра                         | 18                  | Задачи и упражнения | Из списка основной и дополнительной литературы.        |
| 2  | Разделы 1,2,3,6,9      | Подготовка к контрольной работе    | После завершения лекций по данным разделам | 20                  | Контрольная работа  | Из списка основной и дополнительной литературы.        |
| Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) |                        |                                    |  | <b>38</b>           |                     |  |

### 4.3 Содержание учебного материала

Содержание разделов и тем дисциплины

*Раздел 1. Поляризация диэлектриков. Виды поляризации.*

Основные определения и формулы. Механизмы поляризации. Виды поляризации. Электронная поляризация. Ионная поляризация. Упруго-дипольная поляризация. Ионно-релаксационная поляризация. Дипольно-релаксационная поляризация. Миграционная(межслоевая) поляризация. Электронно-релаксационная поляризация. Поляризация ядерного смещения. Остаточная (электретная) поляризация. Спонтанная(сегнетоэлектрическая) поляризация. Пьезоэлектрическая поляризация.

*Раздел 2. Диэлектрические потери.*

Основные понятия и определения. Виды диэлектрических потерь. Потери на электропроводность. Релаксационные потери. Ионизационные потери. Резонансные потери.

*Раздел 3. Диэлектрические потери в зависимости от агрегатного состояния вещества.* Диэлектрические потери в газах. Диэлектрические потери в жидких диэлектриках.

Диэлектрические потери в твердых диэлектриках.

*Раздел 4. Пробой диэлектриков. Пробой газов.*

Основные понятия. Пробой газов. Механизм пробоя газа. Пробой газа в однородном поле. Пробой газа в неоднородном поле.

*Раздел 5 Пробой диэлектриков. Пробой жидких и твёрдых диэлектриков.*

Пробой жидких диэлектриков. Пробой твердых диэлектриков. Электрический пробой. Тепловой пробой. Электрохимический пробой. Поверхностный пробой.

*Раздел 6. Электропроводность диэлектриков.*

Основные понятия. Электропроводность газов. Электропроводность жидких диэлектриков. Электропроводность твердых диэлектриков. Поверхностная электропроводность твердых диэлектриков.

*Раздел 7. Фазовые переходы в диэлектриках.*

Фазовые переходы первого и второго рода. Фазовые переходы с изменением агрегатного состояния. Фазовые переходы типа диэлектрик—металл.

Сегнетоэлектрические и антисегнетоэлектрические фазовые переходы.

Сегнетоэластичные фазовые переходы. Магнитные фазовые переходы в диэлектриках.

Фотостимулированные фазовые переходы. Фазовые переходы диэлектрик—сверхпроводник. Структурные фазовые переходы в твердых диэлектриках.

Фазовые переходы в жидких диэлектриках.

*Раздел 8 Активные диэлектрики.*

Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрики. Пироэлектрики. Оптически активные среды. Материалы для твердотельных лазеров. Жидкие кристаллы. Электреты.

*Раздел 9. Основные свойства, особенности технологии и применение диэлектриков.*

Классификация. Основные сведения о строении органических полимеров.

Линейные полимеры. Композиционные порошковые пластмассы и слоистые пластики. Неорганические стёкла. Ситаллы. Керамические диэлектрики.

### 4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

| № п/п | № раздела | Наименование семинаров, практических и лабораторных работ | Трудоемкость (час.) |                                | Оценочные средства         | Формируемые компетенции |
|-------|-----------|---|---------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------|
|       |           |   | Всего часов         | Из них практическая подготовка |                            |                         |
| 1     | 2         | 3   | 4                   | 5                              | 6                          | 7                       |
| 1.    | 1         | Механизмы и виды поляризации                              | 2                   | 2                              | опрос, контрольное задание | ОПК - 3                 |
| 2.    | 2         | Виды диэлектрических потерь.                              | 4                   | 4                              | опрос, контрольное задание |                         |
| 3.    | 3         | Диэлектрические потери в кристаллах.                      | 4                   | 4                              | опрос, контрольное задание |                         |
| 4.    | 5         | Механизмы пробоя в твёрдых и жидких диэлектриках.         | 2                   | 2                              | опрос, контрольное задание |                         |
| 5.    | 6         | Явления электропроводности в диэлектрических материалах.  | 2                   | 2                              | опрос, контрольное задание |                         |
| 6.    | 7         | Фазовые переходы в диэлектриках.                          | 4                   | 4                              | опрос, контрольное задание |                         |
| 7.    | 8         | Активные диэлектрики. Классификация и свойства.           | 2                   | 2                              | опрос, контрольное задание |                         |

### 4.3.2 Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

| № нед. | Тема  | Вид самостоятельной работы | Задание                                | Рекомендуемая литература                     | Количество часов |
|--------|---|----------------------------|--|--|------------------|
| 1.     | Виды релаксационной поляризации в диэлектриках.                                     | Внеаудиторная работа.      | Изучение литературы.                   | Из списка литературы. Интернет источники.    | 4                |
| 2.     | Резонансные диэлектрические потери.   | Внеаудиторная работа.      | Изучение литературы.<br>Решение задач  | Из списка литературы. Интернет источники.    | 4                |
| 3.     | Диэлектрические потери в газах.   | Внеаудиторная работа.      | Изучение литературы.<br>Решение задач  | Из списка литературы. Интернет источники.    | 6                |
| 4.     | Механизмы пробоя диэлектриков.  | Внеаудиторная работа.      | Изучение литературы.<br>Решение задач  | Из списка литературы. Интернет источники.    | 4                |
| 5.     | Электрохимический и поверхностный пробой в диэлектриках.                            | Внеаудиторная работа.      | Изучение литературы.<br>Решение задач  | Из списка литературы. Интернет источники.    | 4                |
| 6.     | Поверхностная электропроводность твердых диэлектриков.                              | Внеаудиторная работа.      | Изучение литературы.<br>Решение задач  | Из списка литературы. Интернет источники.    | 4                |
| 7.     | Магнитные фазовые переходы в диэлектриках.<br>Фотостимулированные фазовые переходы. | Внеаудиторная работа.      | Изучение литературы.<br>Решение задач  | Из списка литературы. Интернет источники.    | 6                |
| 8.     | Материалы для твердотельных лазеров.  | Внеаудиторная работа.      | Изучение литературы.<br>Моделирование. | Из списка литературы. Интернет источники.    | 4                |
| 9.     | Керамические диэлектрики.<br>Классификация и применение.                            | Внеаудиторная работа.      | Изучение литературы.                   | Из списка литературы.<br>Интернет источники. | 2                |
|        | Итого:  |                            |  |  | <b>38</b>        |

#### 4.4 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Теоретические знания, полученные студентами на практических занятиях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются при выполнении практических заданий.

При выполнении практических заданий обращается особое внимание на выработку у студентов умения грамотно выполнять и оформлять документацию, умения пользоваться научно-технической справочной литературой. Каждый студент должен подготовиться к защите своего отчета, разобравшись с теорией исследуемого явления.

Текущая работа над учебными материалами включает в себя систематизацию теоретического материала каждой практической работы, заполнения пропущенных мест, уточнения схем и выделения главных мыслей основного содержания работы. Для этого используются имеющиеся учебно-методические материалы и другая рекомендованная литература.

Границы между разными видами самостоятельных работ достаточно размыты, а сами виды работы пересекаются. Таким образом, самостоятельная работа студентов может быть как в аудитории, так и вне ее.

Закрепление всего изученного материала осуществляется на контрольной работе. Также может быть проведен опрос по всем темам курса. Преподаватель помогает разобраться с проблемными вопросами и задачами (по мере их поступления) в ходе текущих консультаций.

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

### V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### а) перечень литературы

1. Физика диэлектриков [Электронный ресурс] : курс лекций / Иркутский гос. ун-т, Каф. общ. физики ; Сост. Л. А. Щербаченко. - Электрон. текстовые дан. - Иркутск : ИГУ, 2005.
2. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики [Электронный ресурс] / В. С. Сорокин. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Лань", 2015. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=71735](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71735)
3. Епифанов Г.И. Физика твердого тела [Электронный ресурс]. – 2022. Режим доступа: ЭБС «Издательство «Лань». – Неогранич. доступ. <https://e.lanbook.com/book/210671>

#### б) периодические издания

<http://perst.issp.ras.ru/Control/Inform/perst.htm>



#### в) список авторских методических разработок

*г) Базы данных, поисково-справочные и информационные системы*

- Книгафонд - библиотека онлайн чтения. [www.knigafund.ru](http://www.knigafund.ru)
- ЭЧЗ «БИБЛИОТЕХ» <https://isu.bibliotech.ru/>
- ЭБС «ЛАНЬ» <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС «РУКОНТ» <http://rucont.ru>
- Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org>)

## **VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в учебной аудитории по расписанию. Лабораторное оборудование не предусмотрено.

На факультете есть компьютеризированные аудитории, предназначенные для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет, стандартные средствами просмотра презентаций и других материалов по курсу.

### **6.2. Программное обеспечение:**

Стандартные сервисы сети Интернет, стандартные средствами просмотра презентаций и других материалов по курсу

### **6.3. Технические и электронные средства:**

Для проведения практических и лекционных занятий в качестве демонстрационного оборудования используются проектор, экран и меловая доска. Используются современные образовательные технологии: информационные (лекции и презентации в Power Point), проектные (мультимедиа, видео, документальные фильмы). Использование глобальной компьютерной сети позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов и реализовать самостоятельную работу студентов, в ходе которой они могут вычитывать научные статьи по темам курса. На лекциях могут использоваться мультимедийные средства: проектор, переносной экран, ноутбук. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

Материалы: научные статьи и монографии из рецензируемых журналов, рассматривающие современные подходы и исследования в области физики высокорезистивных материалов.

## **VII. Образовательные технологии**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО, в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий. Интерактивные формы работы на учебных занятиях предусматривают активную позицию студентов при изучении материала, например, самостоятельно подготовить дополнение к теме и вынести его на обсуждение, провести дискуссию, включить элементы собственных научных исследований и сделать краткую презентацию своих выступлений на научных конференциях. Все это формирует способности применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в области исследований высокорезистивных материалов.

На практических занятиях студенты используют авторские задачи. По материалам наблюдений они приобретают исследовательские навыки, необходимые для работы по междисциплинарным направлениям, после получения базового образования и формируют компетенцию готовности выявить естественнонаучную сущность проблем, компетенцию готовности использовать методы теоретической и экспериментальной физики в профессиональной деятельности для изучения высокорезистивных материалов.

Программа основана на использовании современных образовательных технологий: информационных (лекции и презентации в Power Point), проектных (мультимедиа, видео), дистанционные, научно-исследовательской направленности и т. п.

## **VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации**

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

8.1.1. Оценочные средства для входного контроля Проводится опрос на первом занятии.

8.1.2. Оценочные средства текущего контроля  
Содержание учебного материала разделено на дидактические единицы (ДЕ) – предметные темы, подлежащие обязательному изучению и усвоению в процессе обучения. Учитывается промежуточная аттестация по итогам самостоятельной работы, предусмотренной программой курса.

Примерные тестовые задания по физике высокорезистивных материалов приведены в фондах оценочных средств.

8.1.3 Оценочные средства для промежуточной аттестации Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

| № п\п | Вид контроля                            | Контролируемые темы (разделы)                        | Компетенции, компоненты которых контролируются |
|-------|---|--|--|
| 1.    | Опрос                                   | Особенности ионной поляризации                       | ОПК-3  |
| 2.    | Опрос. Проверка решения домашней задачи | Динамика упругой поляризации ионных кристаллов       | ОПК-3  |
| 3.    | Опрос. Проверка решения домашней задачи | Взаимодействие электромагнитных волн с кристаллами   | ОПК-3  |
| 4.    | Опрос                                   | Основные особенности электропроводности диэлектриков | ОПК-3  |
| 5.    | Опрос. Проверка решения домашней задачи | Ионная электропроводность диэлектриков               | ОПК-3  |
| 6.    | Опрос. Проверка решения домашней задачи | Тангенс угла диэлектрических потерь.                 | ОПК-3  |
| 7.    | Опрос                                   | Фазовые переходы первого и второго рода              | ОПК-3  |
| 8.    | Опрос                                   | Технические применения сегнетоэлектрических пленок   | ОПК-3  |

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника.

**Разработчик:**



(подпись)

д.ф.-м.н., Раджабов Е.А.

(занимаемая должность)

(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики ИГУ

«05» марта 2026 г.

Протокол № 7

И.о. зав. кафедрой  В.П. Дресвянский

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*

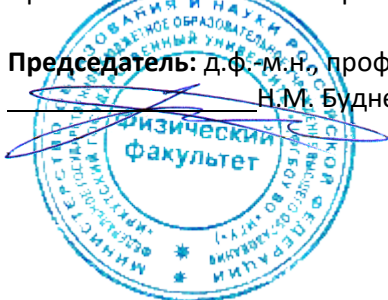
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра общей и экспериментальной физики

### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине Б1.О.07 Высокореистивные материалы  
направления подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  
направленность (профиль) Электроника и наноэлектроника

Одобен  
УМК физического факультета  
Протокол № 53 от «17» марта 2026 г.

**Председатель:** д.ф.-м.н., профессор  
Н.М. Буднев



Разработан в соответствии с приказом 22 сентября 2017 г. № 959 об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 электроника и нанoeлектроника с учетом требований проф. стандартов 40 - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности 40.104 Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур

**Разработчик:**

д.ф.-м.н., Раджабов Е.А.

## ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Наименование дисциплины (модуля) Б1.О.07 Высокореzистивные материалы

Направления подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Направленности (профили) подготовки Электроника и наноэлектроника

Квалификация выпускника магистр

Форма обучения очная

**1. Компетенции (индикаторы компетенций), формируемые в процессе изучения дисциплины (курс 1 семестр 2):**

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

| Компетенция   | Индикаторы компетенций  | Результаты обучения   |
|---|---|---|
| ОПК–3.<br>Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач | ОПК 3.1.<br>Знает принципы приобретения, обработки, анализа и использования необходимой информации в своей предметной области.<br>ОПК 3.2.<br>Умеет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности.<br>ОПК 3.3<br>Владеет методами математического моделирования приборов и технологических процессов с использованием современных информационных технологий. | <b>знает:</b><br>теоретические основы физики диэлектрических материалов; понимает, излагает и критически анализирует базовую общефизическую информацию при помощи современных цифровых инструментов; использует возможности интернет ресурсов и программных продуктов при решении профессиональных задач.<br><br><b>умеет:</b><br>пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики при коммуникациях с преподавателем и сокурсниками для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации.<br><br><b>владеет:</b><br>методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации с помощью соответствующих программных продуктов; навыками поиска информации на электронных ресурсах оригинальных сайтов с электронными публикациями научных работ. |

## 2. Текущий контроль

### 2.1. Программа оценивания контролируемой компетенции *ОПК-3*

| Тема или раздел дисциплины | Код индикатора компетенции | Планируемый результат   | Критерий оценивания    | Наименование ОС                      |        |
|----------------------------|----------------------------|---|------------------------|--------------------------------------|--------|
|                            |                            |   |                        | ТК                                   | ПА     |
| Раздел 1-5                 | ОПК - 3                    | <p><b>знает:</b><br/>теоретические основы физики диэлектрических материалов;<br/>понимает, излагает и критически анализирует базовую общефизическую информацию при помощи современных цифровых инструментов;<br/>использует возможности интернет ресурсов и программных продуктов при решении профессиональных задач.</p> <p><b>умеет:</b><br/>пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики при коммуникациях с преподавателем и сокурсниками для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации.</p> <p><b>владеет:</b><br/>методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации с помощью соответствующих программных продуктов;<br/>навыками поиска информации на электронных ресурсах оригинальных сайтов с электронными публикациями научных работ.</p> | См. «Тестовые задания» | собеседование, тестирование, экзамен | Тест 1 |

### **3.3 Оценочные материалы (средства), обеспечивающие диагностику сформированности компетенций (или индикаторов компетенций), заявленных в рабочей программе дисциплины (модуля)**

*В этом разделе могут быть представлены зачётно-экзаменационные материалы, содержащие комплекты вопросов (заданий) для зачёта и экзаменационных билетов для экзамена, а также критерии формирования оценок. Решением кафедры в состав экзаменационных билетов для экзамена или заданий к зачёту вместо вопросов, задач/заданий, могут включаться тесты и иные КИМ, применение которых позволит оценить уровни сформированности компетенций у студентов. Обратите внимание! Данный раздел содержит только тот материал, который используется автором при проведении промежуточной аттестации (зачет или экзамен) по дисциплине (модулю) и указан в его рабочей программе.*



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования**

«Иркутский государственный  
университет»  
**(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**  
**Физический факультет**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

**Дисциплина**

Направление подготовки

1. Что такое удельное сопротивление материала и как оно связано с его проводимостью?
2. Какие физические процессы происходят внутри высокорезистивных материалов при приложении электрического поля?
3. Какие материалы считаются хорошими изоляторами и почему?

Педагогический работник \_\_\_\_\_ Раджабов Е.А.

(подпись)

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.П. Дресвянский

(подпись)

«17» марта 2026 г.

**Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если верно отвечает на 3 вопроса;
- оценка «хорошо» - правильный ответ на 2 вопроса и общий ответ на 1 вопрос;
- оценка «удовлетворительно» - общий ответ на заданные вопросы, отсутствие конкретики при понимании механизмов, лежащих в основе;
- оценка «неудовлетворительно» - полное отсутствие понимания общих базовых механизмов.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное**  
**бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования**

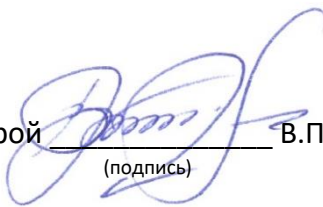
«Иркутский государственный  
университет»  
**(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**  
**Физический факультет**

### **Вопросы для собеседования**

- 1) Что такое удельное сопротивление материала и как оно связано с его проводимостью?
- 2) Какие факторы влияют на увеличение удельного сопротивления в материалах?
- 3) Какие приложения имеются для высокорезистивных материалов в электронике и инженерии?
- 4) Какие методы измерения удельного сопротивления существуют, и как они работают?
- 5) В чем заключается явление термической активации в полупроводниковых высокорезистивных материалах?
- 6) Какие материалы считаются хорошими изоляторами и почему?
- 7) Как высокорезистивные материалы используются в изготовлении датчиков?
- 8) Какова роль магнитных полей в изменении проводимости высокорезистивных материалов?
- 9) Каковы преимущества использования высокорезистивных материалов в сравнении с металлами в определенных приложениях?
- 10) Какие физические процессы происходят внутри высокорезистивных материалов при приложении электрического поля?
- 11) Как можно улучшить удельное сопротивление материала путем его обработки или модификации?
- 12) Каковы особенности использования высокорезистивных материалов в микроэлектронике?
- 13) Какие ограничения могут возникнуть при использовании высокорезистивных материалов, и как их можно преодолеть?
- 14) Какие физические явления определяют увеличение проводимости в высокорезистивных материалах при повышении температуры?
- 15) Какие методы моделирования используются для исследования электрических свойств высокорезистивных материалов?

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.П. Дресвянский

(подпись)



«17» марта 2026 г.

**Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если верно отвечает на 3 вопроса;
- оценка «хорошо» - правильный ответ на 2 вопроса и общий ответ на 1 вопрос;
- оценка «удовлетворительно» - общий ответ на заданные вопросы, отсутствие конкретики при понимании механизмов, лежащих в основе;
- оценка «неудовлетворительно» - полное отсутствие понимания общих базовых механизмов;

оценка «зачтено» выставляется студенту, если дан ответ, достойный оценок «отлично»- «удовлетворительно»;

оценка «не зачтено» выставляется студенту, если дан ответ, достойный оценки «неудовлетворительно».



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования**

«Иркутский государственный  
университет»

**(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

**Физический факультет**

**ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ**

**Тест №1 (пример)**

Тестовое комплексное задание для контроля знаний

*Инструкция:*

Прежде чем приступить к выполнению тестового задания, внимательно прочитайте вопросы. Если Вы затрудняетесь ответить на вопрос, переходите к следующему, но не забудьте вернуться к пропущенному заданию.

Время выполнения теста – 45 мин.

Каждый правильный ответ на вопрос блока А оценивается в 1 балл;

Каждый правильный ответ на вопрос блоков Б и В – 1,5 балла;

Каждый правильный ответ на вопрос блоков Г и Д – 2 балла.

**БЛОК А.**

*Выберите один правильный ответ и обведите его кружком:*

1. *Что такое удельное сопротивление материала?*

- a) Электрическое сопротивление материала при единичной длине*
- b) Электрическое сопротивление материала при единичной площади*
- c) Электрическое сопротивление материала при единичном объеме*
- d) Электрическое сопротивление материала при двойной длине*

*Ответ: c*

2. *Какие факторы влияют на увеличение удельного сопротивления материала?*

- a) Увеличение температуры*
- b) Уменьшение длины материала*
- c) Увеличение сечения материала*
- d) Увеличение концентрации примесей*

*Ответ: a, d*

3. *Какой эффект наблюдается в материалах при повышении температуры?*

- a) Уменьшение удельного сопротивления*
- b) Увеличение удельного сопротивления*
- c) Не изменяется*
- d) Зависит от типа материала*

*Ответ: b*

4. Какой материал широко используется в высокорезистивных элементах электроники?

- a) Медь
- b) Алюминий
- c) Силиций
- d) Никель-хром

Ответ: c

5. Что такое "полупроводниковое" удельное сопротивление?

- a) Очень низкое удельное сопротивление
- b) Очень высокое удельное сопротивление
- c) Удельное сопротивление, близкое к металлам
- d) Удельное сопротивление, близкое к проводникам

Ответ: b

6. Какой метод измерения удельного сопротивления материала чаще всего используется в лабораторных условиях?

- a) Метод измерения теплопроводности
- b) Метод измерения магнитной восприимчивости
- c) Метод четырех контактов
- d) Метод дифракции рентгеновских лучей

Ответ: c

7. Какие материалы обычно используются в качестве терморезисторов?

- a) Металлы
- b) Полупроводники
- c) Диэлектрики
- d) Суперпроводники

Ответ: b

8. Какие факторы могут повысить удельное сопротивление полупроводника?

- a) Увеличение примесей
- b) Увеличение температуры
- c) Уменьшение примесей
- d) Увеличение освещенности

Ответ: a, b

9. Какой эффект наблюдается в полупроводниках при увеличении освещенности?

- a) Увеличение удельного сопротивления
- b) Уменьшение удельного сопротивления
- c) Не изменяется
- d) Зависит от типа полупроводника

Ответ: b

10. Какой материал используется в резисторах для высоких частот?

- a) Углерод
- b) Силиций
- c) Стекло
- d) Медь

Ответ: а

11. Какой физический эффект используется в пьезорезистивных материалах?

- a) Эффект Холла
- b) Эффект Пельтье
- c) Эффект Пьезоэлектричества
- d) Эффект Фотоэлектричества

Ответ: с

12. Какие материалы могут проявлять пьезорезистивность?

- a) Металлы
- b) Полупроводники
- c) Диэлектрики
- d) Пьезокерамика

Ответ: b, d

13. Какое измерительное устройство основано на пьезорезистивности?

- a) Термометр
- b) Датчик давления
- c) Вольтметр
- d) Амперметр

Ответ: b

14. Что такое "пьезорезистор"?

- a) Элемент, меняющий свое сопротивление при воздействии давления
- b) Элемент, генерирующий электрическое напряжение при давлении
- c) Элемент, работающий на основе эффекта Фотоэлектричества
- d) Элемент, работающий на основе эффекта Термоэлектричества

Ответ: а

15. Какие материалы часто используются в изготовлении пьезоэлектрических датчиков?

- a) Медь
- b) Стекло
- c) Кварц
- d) Серебро

Ответ: с

16. Какой эффект основан на явлении, когда материалы изменяют свой объем под действием электрического поля?

- a) Эффект Фотоэлектричества
- b) Эффект Пьезоэлектричества
- c) Эффект Холла
- d) Эффект Термоэлектричества

Ответ: b

17. Какой материал широко используется в пьезоэлектрических активаторах для генерации звука?

- a) Алюминий

- b) Кварц
- c) Никель
- d) Золото

Ответ: b

18. Что такое "пьезостекло"?

- a) Материал, обладающий высокой пьезорезистивностью
- b) Материал, который можно изменять при давлении
- c) Тип стекла, обладающий пьезоэлектрическими свойствами
- d) Тип стекла, который не реагирует на электрические поля

Ответ: c

19. Какие применения у пьезоэлектрических материалов, помимо датчиков и активаторов?

- a) Генерация электрической энергии из механических колебаний
- b) Изготовление магнитов
- c) Производство стекла
- d) Создание солнечных батарей

Ответ: a

20. Какие материалы называются "магнеторезистивными"?

- a) Материалы, которые обладают магнитными свойствами
- b) Материалы, изменяющие свое сопротивление под воздействием магнитного поля
- c) Материалы, используемые в магнитах
- d) Материалы, которые не реагируют на магнитное поле

Ответ: b

21. Какие типы магнеторезистивных эффектов существуют?

- a) Магнеторезистивность Гигантского Магнетосопротивления (GMR)
- b) Магнитный резонанс
- c) Магнитный ветер
- d) Магнитный шум

Ответ: a

22. Какие материалы обычно используются для создания магнеторезистивных датчиков?

- a) Медь
- b) Стекло
- c) Ферромагнетики
- d) Серебро

Ответ: c

23. Как работает магнеторезистивный датчик?

- a) Изменяет сопротивление под воздействием магнитного поля
- b) Изменяет сопротивление под воздействием света
- c) Изменяет сопротивление под воздействием температуры
- d) Изменяет сопротивление под воздействием влажности

Ответ: a

24. Для каких приложений магнеторезистивные датчики наиболее подходят?

- a) Измерение температуры
- b) Измерение давления
- c) Измерение магнитных полей
- d) Измерение света

Ответ: c

25. Какой материал используется в магнеторезистивных жестких дисках для чтения данных?

- a) Полупроводники
- b) Ферромагнетики
- c) Диэлектрики
- d) Сверхпроводники

Ответ: b

26. Какой эффект используется в магнеторезистивных сенсорах для навигации, таких как компасы?

- a) Эффект Мёссбауэра
- b) Эффект Холла
- c) Эффект Гигантского Магнетосопротивления (GMR)
- d) Эффект Пьезоэлектричества

Ответ: c

27. Какие приборы могут использоваться для измерения магнеторезистивных эффектов?

- a) Осциллограф
- b) Вольтметр
- c) Мультиметр
- d) Гауссметр

Ответ: d

28. Какие материалы обычно используются в гигантском магнетосопротивлении (GMR)?

- a) Металлы
- b) Полупроводники
- c) Диэлектрики
- d) Ферромагнетики

Ответ: a

29. Какой из следующих материалов не является высокорезистивным материалом?

- a) Кварц
- b) Медь
- c) Стекло
- d) Силиций

Ответ: b

30. Какой физический эффект используется в магнеторезистивных датчиках для измерения магнитных полей?

- a) Эффект Гигантского Магнетосопротивления (GMR)
- b) Эффект Пьезоэлектричества
- c) Эффект Термоэлектричества
- d) Эффект Фотоэлектричества

Ответ: а



Педагогический работник \_\_\_\_\_ Раджабов Е.А.

(подпись)

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.П. Дресвянский

(подпись)

«17» марта 2026 г.

*Критерии оценивания теста:*

Отметка «5» ставится при правильном выполнении 90% заданий теста.

Отметка «4» ставится при правильном выполнении 60% заданий теста.

Отметка «3» ставится при правильном выполнении 35% заданий теста.

Отметка «2» ставится при правильном выполнении 15% заданий теста.