



**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы учебной дисциплины**  
**Б1.В.ДВ.04.01 ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ**  
**Направление подготовки магистратуры 03.04.02 Физика**

1.	<p><b>Цель изучения дисциплины</b></p> <p>Целями освоения дисциплины «Фотоэлектрические явления в полупроводниках» являются формирование у студентов комплекса профессиональных знаний и умений и усвоение физических принципов действия полупроводниковых фотоэлектрических материалов и приборов, их параметров, характеристик и практического применения в изделиях электронной техники.</p> <p>Задачами изучения дисциплины являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• формирование и углубление знаний о физической природе фотопроводимости и других проявлений внутреннего фотоэффекта полупроводников и практической реализации полупроводниковых структур, применяемых в приборах и устройствах твердотельной электроники, опто-, микро- и нанoeлектроники;</li> <li>• формирование знаний и умений теоретически исследовать физические процессы внутреннего фотоэффекта, протекающие в структурах полупроводниковых приборов и интегральных схем;</li> <li>• приобретение навыков (владений) расчета параметров и характеристик полупроводниковых фотоэлектрических приборов, оптимизации режимов их работы.</li> </ul>			
2.	<p><b>Место дисциплины в структуре ОПОП ВО магистратуры</b></p> <p>Дисциплина относится к части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений «Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.4». Изучается на 2 курсе в 3 семестре.</p> <p>Дисциплина «Фотоэлектрические явления в полупроводниках» является логическим продолжением таких дисциплин, как «Физика полупроводников» и «Физика полупроводниковых приборов», которые изучаются на 1-ом и 2-ом курсах. Для освоения данной дисциплины студенты должны владеть знаниями о фотопроводимости, подвижности, концентрации основных и неосновных носителей заряда, о полупроводниковых приборах и т.д. Знания, полученные по данной дисциплине, применяются на преддипломной практике на 2-ом курсе 4-го семестра и при написании и защиты выпускной квалификационной работы.</p>			
3	<b>3. Результаты освоения дисциплины (модуля)</b>			
	<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</b>
	ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	Знает теорию и основные законы в области естественнонаучных дисциплин Умеет использовать естественно-научные знания при объяснении экспериментов, решения профессиональных задач. Владеет основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности и работы в научных группах.
	ОПК-4	Способен определять сферу внедрения	Способен определять сферу внедрения	Знает как самостоятельно ставить конкретные задачи научных



		результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности	результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности	исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта Умеет свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и внедрять результаты научных исследований в область профессиональной деятельности. Владеет способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-профессиональных задач, и применять результаты научных исследований в профессиональной деятельности
4.	<p><b>Содержание дисциплины</b></p> <p><b>Раздел 1 ФОТОПРОВОДИМОСТЬ</b></p> <p>Тема 1.1 ФОТОАКТИВНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ И ВНУТРЕННИЙ ФОТОЭФФЕКТ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Первичные и вторичные фототоки</li> </ul> <p>Тема 1.2. ФОТОПРОВОДИМОСТЬ. ДВИЖЕНИЕ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ФОТОПРОВОДНИКАХ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Примеры простых фотопроводящих систем</li> <li>- Диффузия и дрейф фотоносителей в монополярном полупроводнике</li> <li>- Эффективное время установления диффузионно-дрейфового</li> <li>- О длине экранирования в плохо проводящих полупроводниках и диэлектриках</li> <li>- Распределение концентрации при наличии внешнего электрического поля</li> <li>- О классификации фототоков в однородных полупроводниках</li> <li>- Особенности диффузии и дрейфа фотоносителей в биполярном полупроводнике</li> <li>- Добротность фотопроводников</li> </ul> <p>Тема 1.3. РЕКОМБИНАЦИЯ В ФОТОПРОВОДНИКАХ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Рекомбинационная модель Шокли-Рида</li> <li>- Фотопроводник с одним классом центров рекомбинации в условиях различной освещенности</li> <li>- Прилипание носителей заряда</li> <li>- Два класса центров рекомбинации</li> <li>- Очувствление фотопроводников при освещении</li> <li>- Отрицательная фотопроводимость</li> </ul> <p>Тема 1.4. ФОТОПРОВОДИМОСТЬ НЕОДНОРОДНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Фотопроводимость поликристаллических веществ</li> <li>- Фотопроводимость, ограниченная контактами</li> <li>- Фотоэлектрические свойства контакта металл – монополярный полупроводник (диэлектрик)</li> <li>- Стационарные характеристики монополярного фоторезистора при контактном ограничении</li> <li>- Фотопроводимость при экситонном поглощении</li> <li>- Остаточная проводимость</li> </ul>			



- Униполярная отрицательная фотопроводимость.
- Аномальная фотопроводимость
- Долговременные релаксации в фотопроводниках

## **Раздел 2 ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С НАГРЕВОМ ЭЛЕКТРОНОВ**

Тема 2.1 Фотоэлектрические явления при неравновесном распределении носителей заряда по энергии.

- описание возмущенного распределения электронов по энергиям
- $\mu$ -проводимость, уравнение баланса
- осцилляция фотопроводимости

Тема 2.2 Эффект увлечения электронов фотонами

- эффект увлечения носителей заряда фотонами
- продольный и поперечный эффекты увлечения
- эффект увлечения в случае примесного поглощения света

## **Раздел 3. ФОТОДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ И ДРУГИЕ ЭФФЕКТЫ**

Тема 3.1. ВИДЫ ФОТОДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

- Формирование представлений
- Метод эквивалентных схем
- Фотоиндуктивный эффект
- Остаточная фотоемкость
- О прохождении переменного тока в неоднородных кристаллах с подвижной объемной неоднородностью
- Применение к биполярному транзистору
- О классификации различных проявлений ФДЭ
- Применение фотодиэлектрического эффекта
- Фотоварикапы
- Динамический фотоконденсатор

ПОНЯТИЕ О ШУМАХ ФОТОПРОВОДНИКОВ

Тема 3.2. ФОТОГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ. ФОТОДИОД

Тема 3.3. СПЕКТРАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФОТОПРОВОДИМОСТИ

### **5. Образовательные технологии**

№п.п.	Тема программы дисциплины	Применяемые технологии	Кол-во аудит. часов
1	Введение. Фотоактивное поглощение и внутренний фотоэффект	классическое традиционное; лекционное обучение	8
2	Фотопроводимость. Движение носителей заряда в фотопроводниках	классическое традиционное; лекционное обучение, наглядные, программированные	8
3	Рекомбинация в фотопроводниках	классическое традиционное; лекционное обучение, вербальные (аудио)	4
4	Элементарные рекомбинационные процессы	классическое традиционное; лекционное обучение, наглядные, программированные	4
5	Фотопроводимость неоднородных полупроводников и диэлектриков	классическое традиционное; лекционное обучение, самостоятельная работа	8
6	Фотоэлектрические явления при неравновесном распределении носителей	классическое традиционное; лекционное обучение, самообучение	8



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет»  
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ факультет**

		заряда по энергии		
	7	Эффект увлечения электронов фотонами	классическое традиционное; лекционное обучение, дистанционные	4
	8	Виды фотоэлектрического эффекта	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение	8
	9	Фотогальванический эффект. Фотодиод.	классическое традиционное; лекционное обучение, наглядные, программированные	4
	10	Спектральная характеристика фотопроводимости	классическое традиционное; лекционное обучение, самостоятельная работа	8
6.	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)			
	Название ресурса		Ссылка/доступ	
	Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»		<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>	
	«Образовательный ресурс России»		<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>	
	Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА		<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a>	
	Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)		<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a>	
	Русская виртуальная библиотека		<a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a>	
	Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»		<a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archive/index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archive/index.htm</a>	
	Научная электронная библиотека «e-Library»		<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>	
	Электронно-библиотечная система IPRbooks		<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>	
	Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»		<a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>	
	Информационно-правовая система «Консультант-плюс»		Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ	
	Электронно-библиотечная система «Юрайт»		<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>	
7.	Формы текущего контроля			
	Работа у доски; контрольные, самостоятельные работы.			
8	Форма промежуточного контроля - Экзамен			

**Разработчик:** к.ф-м.н., доцент кафедры «Физика» Нальгиева М.А.