

Министерство образования Республики Беларусь

Учебно-методическое объединение вузов Республики Беларусь
по естественнонаучному образованию



УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

[Signature]
А.И. Жук

Регистрационный № ТД- В. 3222/тип.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Типовая учебная программа
для высших учебных заведений по специальности
1-31 04 01 Физика (по направлениям).
Направление специальности
1-31 04 01-02 Физика (производственная деятельность)

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения вузов Республики Беларусь
по естественнонаучному образованию



[Signature]
С.И. Михвал

29.06.2010

СОГЛАСОВАНО

Начальник управления высшего и
среднего специального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

[Signature]
Ю.И. Миксюк

13.07.2010

Ректор Государственного
учреждения образования
«Республиканский институт высшей
школы»



[Signature]
М.И. Демчук

05.07.2010

Эксперт-нормоконтролер

[Signature]
Ф.М. Киселевич

05.07.2010

Минск 2010

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.Б.Оджаев – заведующий кафедрой физики полупроводников и наноэлектроники Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра экспериментальной физики учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»;

О.К. Гусев – декан приборостроительного факультета Белорусского национального технического университета, доктор технических наук, профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой физики полупроводников и наноэлектроники физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 5 от 27 мая 2009);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 23 октября 2009);

Научно-методическим советом по физике учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 1 от 26 октября 2009).

Ответственный за выпуск: В.Б.Оджаев

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В университетской подготовке физиков одной из важнейших задач является обучение проведению научных исследований в различных направлениях их специализации. Уровень исследований и ценность получаемых результатов непосредственно связаны с правильностью выбора и применением комплекса современных физических методов, которые могут помочь при решении поставленных проблем.

Данная дисциплина имеет целью показать студенту практические возможности и ограничения важнейших методов исследования материалов на различных стадиях их получения, обработки, переработки и эксплуатации, ознакомить с аппаратурным оснащением и условиями проведения эксперимента, научить интерпретировать и грамотно оценивать экспериментальные данные, в том числе публикуемые в научной литературе.

Студент должен понимать суть физического явления, положенного в основу того или иного метода, принципы функционирования аппаратуры, научиться оптимальному выбору методов для решения поставленных задач и делать заключения на основании анализа и сопоставления всей совокупности имеющихся данных, что актуально при выполнении дипломных проектов, развития полученных знаний и навыков для последующей исследовательской и практической работы с различными объектами.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- принципы оптической спектроскопии, спектрального анализа, ЯМР и ЭПР;

уметь:

- выбирать наиболее информативный метод исследования.

В курсе представлены методы изучения электрических характеристик; оптические методы измерения параметров; резонансные, электронно-зондовые, ионно-зондовые и другие методы исследования материалов.

В соответствии с типовым учебным планом на изучение дисциплины отводится всего 86 часов, в том числе аудиторных часов – 30, из них: лекции – 26 часов, семинары – 4 часа. Рекомендуемая форма отчетности — экзамен.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Название темы	Лекции	Семинары	Лаб. занятия	Всего
1.	Методы изучения электрических характеристик	2			2
2.	Оптические методы измерения параметров	2	1		3
3.	Резонансные методы	4			4

	исследования			
4.	Электронно-зондовые методы исследования	7		7
5.	Ионно-зондовые методы исследования	6	2	8
6.	Методы исследования поверхности	3	1	4
7.	Современный физический эксперимент	2		2
	Итого	26	4	30

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Методы изучения электрических характеристик. Измерение удельного сопротивления. Двухзондовый и четырехзондовый методы измерения. Метод сопротивления растекания. Измерения э.д.с. Холла и магнитосопротивления. Квантовый эффект Холла. Вольт-амперная характеристика $p-n$ – перехода. Вольт-фарадные методы измерения. Метод высокочастотных вольтфарадных характеристик (ВВФХ). Измерение концентрации легирующей примеси. Методы измерения параметров глубоких ловушек.

2. Оптические методы измерения параметров. Оптические константы. Коэффициенты отражения, пропускания, поглощения. Спектральные приборы и устройства для исследования оптических свойств. Спектрографы. Спектрометры. Спектрофотометры. Приемники излучения. Методы определения параметров путем измерения фотопроводимости. Стационарная фотопроводимость и методика ее измерения. Метод СВЧ-фотопроводимости. Люминесцентные методы исследования. Катодолуминесценция. Фотолуминесценция. Электролюминесценция.

3. Резонансные методы исследования. Спектроскопия ЯМР (ядерного магнитного резонанса). Спектроскопия ЭПР (электронного парамагнитного резонанса). Циклотронный резонанс. Мессбауэровская спектроскопия.

4. Электронно-зондовые методы исследования. Растровая электронная микроскопия. Электронные микроскопы. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Сканирующая оптическая микроскопия ближней зоны. Электронная оже-спектроскопия. Рентгеноспектральный микроанализ. Спектроскопия дальней тонкой структуры рентгеновского поглощения (EXAFS-спектроскопия). Метод рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС).

5. Ионно-зондовые методы исследования. Метод резерфордовского обратного рассеяния. Метод ядерных (n, α) реакций. Нейтронное глубинное профилирование. Метод PIXE (Particle Induced X-ray Emission). Активационный анализ. Метод вторичной ионной масс-спектрометрии.

6. Методы исследования поверхности. Метод рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС). Диагностика поверхности методом дифракции электронов. Комбинационное рассеяние света (Рамана эффект). Сравнительный анализ рассмотренных методов.

7. Современный физический эксперимент. Организация современного физического эксперимента. Система сбора и обработки информации при автоматизации научного эксперимента.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемые темы семинаров

1. Современный физический эксперимент.
2. Определение стехиометрического состава с помощью метода РОР.
3. Проблема отдачи в спектроскопии ядерного гамма-резонанса.

Рекомендуемые формы контроля знаний

1. Контрольные работы
2. Коллоквиумы
3. Рефераты

Рекомендуемые темы контрольных работ и коллоквиумов

Контрольные работы:

1. Теоретические основы происхождения линий в спектрах КР. Сопоставление методов КР и ИК спектроскопии.
2. Физические основы оптической микроскопии, длина волны света и разрешающая способность метода.
3. Разрушение вещества под действием потока электронов, основные процессы, принцип разделения продуктов распада.

Коллоквиумы:

1. Что включает в себя измерение и дать определения основных его составляющих?
2. Примесная, экситонная, внутрицентровая и донорно-акцепторная межпримесная люминесценция.
3. Основные процессы при бомбардировке твердого тела ускоренными ионами.

Рекомендуемые темы рефератов

1. Емкостной метод измерения удельного сопротивления.
2. Квантовый эффект Холла.
3. Электролюминесценция.
4. Ферромагнитный резонанс.
5. Спектры ЭПР и ЭПР релаксация.
6. Импедансная спектроскопия.
7. Электронная просвечивающая микроскопия.
8. Микроскопия и нанотехнологии.
9. Сравнительные характеристики различных методов исследования поверхности.
10. Эффект каналирования в методе Резерфордского обратного рассеяния.
11. Микроконтроллеры в автоматизации научного эксперимента.
12. ИК-спектроскопия.
13. Комбинационное рассеяние света.
14. Масс-спектрометры с отклонением под действием магнитного поля, время-пролетные масс-спектрометры, масс-спектры.
15. Возможности РСА, РФА и компьютерной томографии в исследовании материалов и покрытий различной природы.
16. Принципы просвечивающей (трансмиссионной) и растровой (сканирующей) электронной микроскопии, зависимость разрешающей способности метода от длины волны электрона.

Рекомендуемая литература

Основная

1. *Оджаев, В.Б.* Современные методы исследования конденсированных материалов / В.Б. Оджаев, Д.В. Свиридов, И.А. Карпович, В.В. Понарядов – Мн.: БГУ, 2003. – 82 с.
2. *Павлов, Л.П.* Методы измерения параметров полупроводниковых материалов / Л.П. Павлов – М.: Высшая школа, 1987. – 239 с.
3. *Лукашевич, М.Г.* Изучение гальваномагнитных явлений / М.Г. Лукашевич, А.А. Мазаник, Д.А. Скрипка – Мн.: БГУ, 2004. – 39 с.
4. *Пека, Г.П.* Люминесцентные методы контроля параметров полупроводниковых материалов и приборов / Г.П. Пека, В.Ф. Коваленко, В.Н. Куценко – Киев: Техника, 1986. – 152 с.
5. *Пентин, Ю.А.* Физические методы исследования в химии / Ю.А. Пентин, Л.В. Вилков – М.: Мир, 2006. – 684 с.

Дополнительная

1. *Тушинский, Л.И.* Методы исследования материалов / Л.И. Тушинский, А.В. Плохов, А.О. Токарев, В.И. Синдеев – М.: Мир, 2004. – 465 с.
2. *Бегунов, А.А.* Физико-химические измерения состава и свойств веществ / А.А. Бегунов, Л.А. Конопелько – М.: Издательство стандартов, 1984. – 144с.
3. *Фелдман, Л.* Основы анализа поверхности и тонких пленок / Л. Фелдман, Д. Майер – М.: Мир, 1989. – 342 с.
4. *Оджаев, В.Б.* Ионная имплантация полимеров / В.Б. Оджаев, И.П. Козлов, В.Н. Попок, Д.В. Свиридов – Мн.: БГУ, 1998. – 197 с.
5. *Толстой, Н.А.* Методы УВИ и ИК спектроскопии нанослоев / Н.А. Толстой – СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 1998. – 223 с.
6. *Журавлев, Л.Г.* Физические методы исследования металлов и сплавов / Л.Г. Журавлев, В.И. Филатов. - Челябинск: ЮУрГУ, 2004. – 157 с.
7. *Холмецкий, А.А.* Мёсбауэрские концентратомеры / А.А. Холмецкий, О.В. Мисевич – Мн.: Университетское, 1992.- 96 с.
8. *Горелик, С.С.* Рентгенографический и электронно-оптический анализ / С.С. Горелик, Ю.А. Скаков, Л.Н. Расторгуев – М.: МИСИС, 1994, - 327 с.