



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Факультет физический



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

/Буднев Н.М./

«28» июня 2016 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Индекс дисциплины по УП: Б1.В.ДВ.2.2

Наименование дисциплины (модуля): Экспериментальные методы физики
конденсированного вещества

Направление подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
03.06.01 – Физика и астрономия

Направленность программы подготовки кадров высшей квалификации (программы
аспирантуры): Физика конденсированного состояния

Форма обучения очная/заочная

Согласовано с УМК факультета
протокол № 3 от «28» июня 2016 г.

Зам председателя УМК Чумаков В.В.

Программа рассмотрена на заседании кафедры
общей и экспериментальной физики
«16» июня 2016г. Протокол № 1
Зав. кафедрой Гаврилюк А.А.

Иркутск 2016 г.

Содержание

Наименование раздела	Стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	5
5. Содержание дисциплины (модуля)	5
5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	5
5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	6
5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	6
6. Перечень практических занятий и лабораторных работ	8
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	9
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):	9
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):	10
10. Образовательные технологии:	10
11. Оценочные средства. Формы контроля освоения дисциплины	11
Критерии оценки знаний аспирантов	11
Примерный список вопросов к экзамену	12
Лист регистрации изменений	13

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Получение базовых знаний, необходимых научно-педагогическому работнику для проведения современных исследований и преподавательской деятельности в области физики конденсированного состояния вещества.

Создание обучающимся условий для приобретения необходимого при осуществлении профессиональной деятельности уровня знаний, умений, навыков, опыта исследований и преподавания и для подготовки к сдаче кандидатского экзамена по физике конденсированного состояния, для подготовки выпускной квалификационной работы, а также подготовки к защите диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина «Экспериментальные методы физики конденсированного вещества» является профильной дисциплиной вариативной части Блока 1 направления подготовки «Физика и астрономия». Для освоения этой дисциплины обучаемый должен обладать базовой физико-математической подготовкой и иметь навыки проведения экспериментальных исследований в области физики конденсированного состояния вещества.

Дисциплина обеспечивает подготовку аспиранта к выполнению Блока 3 Учебного плана «Научно-исследовательская работа». Освоение этой дисциплины позволит аспиранту использовать современные эффективные методы исследования в области физики конденсированного состояния вещества при подготовке его диссертационного исследования и выпускной квалификационной работы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

В результате освоения программы аспирантуры у выпускника, в соответствии с требованиями ФГОС ВО должны быть сформированы:

- 1 - универсальные компетенции (УК), не зависящие от конкретного направления подготовки;
- 2 - общепрофессиональные компетенции (ОПК), определяемые направлением подготовки;
- 3 - профессиональные компетенции, определяемые направленностью (профилем) программы аспирантуры в рамках направления подготовки (далее - направленность программы).

Выпускник, освоивший программу аспирантуры ИГУ по специальности 01.04.07, должен обладать следующими универсальными компетенциями:

- 1 - способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- 2 - способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- 3 - готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

4 - готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);

5 - способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

Выпускник, освоивший программу аспирантуры ИГУ, должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями:

ОПК-1 - способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

В итоге освоения ООП аспирантуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (профессиональными компетенциями):

ПК-3: способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности;

ПК-4 способность планировать и организовать физические исследования, научные семинары и конференции;

В результате освоения дисциплины «Экспериментальные методы физики конденсированного вещества» учащийся должен:

- **знать** теоретические основы современных экспериментальных методов исследования, применяемых в физике конденсированного состояния, устройство и принципы работы, экспериментальных установок, реализующих эти методы;

- **уметь** применять современные экспериментальные методы и реализующие их приборы и установки для проведения собственных научных исследований;

- **владеть** методами обработки, теоретического анализа и представления полученных экспериментальных результатов и формирования на их основе научных положений, заключений и выводов.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов очно/заочно	Курсы			
		1	2	3	4
Аудиторные занятия (всего)	48/24		48/24		
В том числе:				-	-
Лекции	24/12		24/12		
Практические занятия (ПЗ)	24/12		24/12		

Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)					
КСР					
Самостоятельная работа (всего)	60/84		60/8 4		
В том числе:					
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат (при наличии)					
Другие виды самостоятельной работы: - проработка лекционного материала; - подготовка к практическим занятиям.	60/84		60/8 4		
Вид промежуточной аттестации (зачет)	36/1		36		
Общая трудоемкость, часы зачетные единицы	108		108		
	3		3		

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

1. Методы магнито-резонансной спектроскопии:

- 1 - ЭПР спектроскопия;
- 2 - ЯМР спектроскопия;
- 3 - Квантовая магнитометрия.

2. Рентгеновские методы исследования структуры и состава вещества:

- 4 - Рентгеноструктурный анализ.
- 5 - Рентгенофлуоресцентный анализ.
- 6 - Рентгеновская спектроскопия поглощения (EXAFS и XANES спектроскопии)

3. Оптические методы исследования:

- 7 - Абсорбционная оптическая спектроскопия.
- 8 - Люминесцентная спектроскопия.
- 9 - Спектроскопия комбинационного рассеяния.
- 10 - ИК Фурье-спектроскопия.

4. Электрические методы исследования:

- 11 - Электропроводность и фотопроводимость;
- 12 - Методы исследования, основанные на эффекте Холла;
- 13 - Сверхпроводимость. Эффект Джозефсона.

5. Методы термоактивационной спектроскопии:

- 14 - Термоактивационная токовая спектроскопия;
- 15 - Термоактивационная люминесцентная спектроскопия;
- 16 - Термоактивационная экзоэмиссионная спектроскопия.

6. Ядерно-физические и радиационно-физические методы:

- 17 - Нейтронно-активационный анализ;
- 18 - Мессбауэровская спектроскопия;
- 19 - Сцинтилляционная гамма-спектрометрия;
- 20 - Радиационные и лазерные облучательные установки.

7. Методы микроскопических исследований:

- 21 - Методы оптической микроскопии;
- 22 - Сканирующая флуоресцентная микроскопия;
- 23 - Сканирующая зондовая микроскопия,
- 24 - Электронная микроскопия.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)

Дисциплина «Экспериментальные методы физики конденсированного вещества» обеспечивает подготовку аспиранта к выполнению Блока 3 Учебного плана «Научно-исследовательская работа». Освоение этой дисциплины позволит аспиранту использовать современные эффективные методы исследования конденсированного состояния вещества при подготовке его диссертационного исследования и выпускной квалификационной работы.

5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ тем	Номер и наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ. зан.	Семина.	Лаб. зан.	СРС	Всего
1.	Раздел 1. Методы магнито-резонансной спектроскопии	ЭПР спектроскопия	2					
2.		ЯМР спектроскопия		2			2	4
3.		Квантовая магнитометрия					4	4
4.	Раздел 2. Рентгеновские методы исследования структуры и состава:	Рентгеноструктурный анализ		2			4	6
5.		Рентгенофлуоресцентный анализ	2	2			2	6
6.		Рентгеновская спектроскопия поглощения	2					2

		(EXAFS и XANES спектроскопии)						
7.	Раздел 3. Оптические методы исследования	Абсорбционная оптическая спектроскопия		2			4	6
8.		Люминесцентная спектроскопия	2				4	6
9.		Спектроскопия комбинационного рассеяния		2			4	6
10.		ИК Фурье-спектроскопия	2					
11	Раздел 4.	Электропроводность и фотопроводимость		2			4	6
12.	Электрические методы исследования	Методы исследования, основанные на эффекте Холла	2					2
13.		Сверхпроводимость. Эффект Джозефсона	2				4	6
14.	Раздел 5.	Термоактивационная токовая спектроскопия	2				4	6
15	Методы термоактивационной спектроскопии	Термоактивационная люминесцентная спектроскопия		2			4	6
16.		Термоактивационная экзосмиссионная спектроскопия	2					
17.	Раздел 6. Ядерно-физические и радиационно-физические методы	Нейтронно-активационный анализ		2			4	6
18.		Мессбауэровская спектроскопия		2			4	6
19.		Сцинтилляционная гамма-спектрометрия	2					2
20.		Радиационные и лазерные облучательные установки		2			4	6
21.	Раздел 7. Методы	Методы оптической микроскопии					4	4

22.	микроскопических исследований	Флуоресцентная микроскопия	2	2			4	8
23.		Сканирующая зондовая микроскопия		2				2
24.		Электронная микроскопия	2				2	4
Итого			24	24			60	108

6. Перечень практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	Тема 2	Решение задач на тему ЯМР спектроскопия	2	Собеседование	ОПК-1, ПК-3 ПК-4
2.	Тема 4	Решение задач на тему Рентгеноструктурный анализ	2	Собеседование	
3.	Тема 5	Решение задач на тему Рентгенофлюоро-ресцентный анализ	2	Собеседование	
4.	Тема 7	Решение задач на тему Абсорбционная оптическая спектроскопия	2	Собеседование	
5.	Тема 9	Решение задач на тему Спектроскопия комбинационного рассеяния	2	Собеседование	
6.	Тема 11	Решение задач на тему Электропроводность и фотопроводимость	2	Собеседование	
	Тема 15	Термоактивационная люминесцентная спектроскопия	2	Собеседование	
	Тема 17	Нейтронно-активационный анализ	2	Собеседование	
	Тема 18	Мессбауэровская спектроскопия	2	Собеседование	
	Тема 20	Радиационные и лазерные облучательные установки	2	Собеседование	
	Тема 22	Флуоресцентная микроскопия	2	Собеседование	
	Тема 23	Сканирующая зондовая микроскопия	2	Собеседование	

6.2. 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 и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Самостоятельная работа реализуется:

- 1) Непосредственно в процессе аудиторных занятий, при выполнении лабораторных работ.
- 2) В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- 3) В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении студентом учебных и творческих задач.

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

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые работы не планируются.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

а) основная литература

1. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела : учеб. пособие / Г. И. Епифанов. - СПб. : Лань, 2010. - 288 с. : рис., табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2023

2. Шалимова, К. В. Физика полупроводников : учебник - 4-е изд., стер. - СПб. Лань, 2010. - 391 с. рис., табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=648

3. А. А. Шалаев Основы физического материаловедения. Часть 1. Серия - Методы экспериментальной физики конденсированного состояния. Изд-во ИГУ, 2013 г. 126 с. ([pdf](#)) .

4. А. А. Шалаев Основы физического материаловедения. Часть 2. Серия - Методы экспериментальной физики конденсированного состояния. Изд-во ИГУ, 2014 г. 190 с. ([pdf](#)).

5. Е. А. Раджабов Спектроскопия атомов и молекул в конденсированных средах. Серия - Методы экспериментальной физики конденсированного состояния. Изд-во ИГУ, 2013 г. 102 с. ([pdf](#)).

6. А. В. Егранов Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Серия - Методы экспериментальной физики конденсированного состояния. Изд-во ИГУ, 2013 г. 120 с. ([pdf](#)).

7. Р. Ю. Шендрик Введение в физику сцинтилляторов. Часть 1. Серия - Методы экспериментальной физики конденсированного состояния. Изд-во ИГУ, 2013 г. 106 с. ([pdf](#)).

8. Методы выращивания и исследования кристаллических материалов. Лаб. практикум. Под ред. Е.А. Раджабова. Изд-во ИГУ, 2012 г., 82 с.

б) дополнительная литература

Василевский, Анатолий Семенович.

Физика твердого тела [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / А. С. Василевский. - М. : Дрофа, 2010. - 206 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 202. - ISBN 978-5-358-06857-5(1экз)

Мартынович, Е. Ф.

Центры окраски в лазерных кристаллах / Е. Ф. Мартынович. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2004. - 226 с. ; 20 см. - Библиогр.: с. 201-221. - ISBN 5-7430-0772-1(2экз)

Суздаев, Игорь Петрович.

Нанотехнология : физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздаев. - 2-е изд., испр. - М. : Либроком, 2009. - 589 с. : ил. ; 22 см. - (Синергетика: от прошлого к будущему). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-397-00217-2(1экз)

Миронов, Виктор Леонидович.

Основы сканирующей зондовой микроскопии [Текст] : учеб. пособие для студ. старших курсов вузов / В.Л. Миронов ; Рос. акад. наук, Ин-т физики микроструктур. - М. : Техносфера, 2004. - 143 с. : ил. ; 22 см. - (Мир физики и техники). - Библиогр.: с. 140-143. - ISBN 5-94836-034-2(1экз)

Осадько, Игорь Сергеевич.

Флуоресцирующая флуоресценция наночастиц [Текст] / И. С. Осадько. - М. : Физматлит, 2011. - 316 с. : граф. ; 22 см. - ISBN 978-5-9221-1339-7(1экз)

в) программное обеспечение:

- стандартные сервисы глобальной сети Интернет (Mozilla Firefox);
- стандартные средства для показа презентаций (OpenOffice и/или LibreOffice);
- стандартные средства для чтения публикаций (Foxit PDF Reader или Adobe Reader DC).

Все указанные выше программные продукты являются проприетарными и могут быть скачаны и установлены на любой компьютер с официального сайта бесплатно и без заключения отдельного лицензионного договора.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, более 10 полнотекстовых версий научных журналов по тематике курса
- Информационная система доступа к российским физическим журналам и обзорам ВИНТИ (<http://www.viniti.ru>)
- Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org>.)
- ЭЧЗ «Библиотех» <https://isu.bibliotech.ru/>
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- ЭБС «Рукопт» <http://rucont.ru>
- ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Методическим оформлением курса является использование современных образовательных технологий: информационных (лекции и презентации в Power Point), проектных (мультимедиа, видео, документальные фильмы), дистанционных. Внедрение глобальной компьютерной сети в образовательный процесс позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов. Будут использованы программные средства и информационные технологии, задействованные в изучаемых экспериментальных методах и приборах.

Материалы: научные статьи и монографии из рецензируемых журналов, рассматривающие современные подходы и исследования в физике плазмы.

10. Образовательные технологии:

Задачи изложения и изучения дисциплины реализуются в следующих формах деятельности:

- **лекции**, нацеленные на получение необходимой информации, и ее использование при решении практических задач;
- **практические занятия**, направленные на активизацию познавательной деятельности аспирантов и приобретения ими навыков решения практических и проблемных задач;
- **консультации** – еженедельно для всех желающих аспирантов;
- **самостоятельная внеаудиторная работа** направлена на приобретение навыков самостоятельного изучения материала и решения задач по дисциплине;
- **текущий контроль** за деятельностью аспирантов осуществляется на лекционных и практических занятиях в виде самостоятельных работ, а также в ходе собеседования.

11. Оценочные средства. Формы контроля освоения дисциплины

11.1. Оценочные средства для входного контроля

Для изучения данного курса студент должен знать основы физики и информатики, уметь пользоваться стандартными поисковыми сервисами сети Интернет. Входной контроль знаний не проводится.

11.2. Оценочные средства текущего контроля

Текущий контроль успеваемости аспирантов и итоговая аттестация по дисциплине проводятся в соответствии с оценочными средствами, перечисленными ниже:

№	Вид оценочного средства	Содержание оценочных средств	Тематика
1	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся по темам, связанным с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам дисциплины, перечисленным в разделе 5.3
2	Итоговая аттестация по дисциплине	Экзамен	Вопросы по темам дисциплины, перечисленным в разделе 5.3

Критерии оценки знаний аспирантов

Оценка «отлично» ставится при правильном, полном и логично построенном ответе; умении оперировать специальными терминами; использовании в ответе дополнительного материала.

Оценка «хорошо» ставится при правильном, полном и логично построенном ответе; умении оперировать специальными терминами; использовании в ответе дополнительного материал. Но в ответе имеются негрубые ошибки или неточности, делаются не вполне законченные выводы или обобщения.

Оценка «удовлетворительно» ставится при схематичном неполном ответе, неумении оперировать специальными терминами или их незнании, ответе с одной грубой ошибкой;

Оценка «неудовлетворительно» ставится при ответе на все вопросы билета с грубыми ошибками, неумении оперировать специальной терминологией.

Пример практического задания

ЗАДАНИЕ 1

УСТНО:

1. Перечислите методы исследования, основанные на эффекте Холла.
2. Возможности Фурье-спектроскопии.
3. Критерии идентификации люминесценции

ПИСЬМЕННО:

1. Найдите возможные термы для конфигурации из двух электронов на d оболочке.
2. Рассчитайте наименьшую длину волны рентгеновского излучения от рентгеновской трубки, управляемой напряжениями в 40 и 60 кВ.

Примерный список вопросов к экзамену:

1. ЭПР спектроскопия
2. ЯМР спектроскопия
3. Квантовая магнитометрия
4. Рентгеноструктурный анализ
5. Рентгенофлуоресцентный анализ
6. Рентгеновская спектроскопия поглощения (EXAFS и XANES спектроскопии)
7. Абсорбционная оптическая спектроскопия
8. Люминесцентная спектроскопия
9. Спектроскопия комбинационного рассеяния
10. ИК Фурье-спектроскопия
11. Электропроводность и фотопроводимость
12. Методы исследования, основанные на эффекте Холла
13. Сверхпроводимость. Эффект Джозефсона
14. Термоактивационная токовая спектроскопия
15. Термоактивационная люминесцентная спектроскопия
16. Термоактивационная экзоэмиссионная спектроскопия
17. Нейтронно-активационный анализ
18. Мессбауэровская спектроскопия
19. Сцинтилляционная гамма-спектрометрия
20. Радиационные и лазерные облучательные установки
21. Методы оптической микроскопии
22. Флуоресцентная микроскопия
23. Сканирующая зондовая микроскопия
24. Электронная микроскопия

Разработчики:

(подпись)

, д.ф.-м.н. профессор

(занимаемая должность)

Е.Ф.Мартынович

(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики
ИГУ

«___» _____ 201__ г.

Протокол № ____ Зав.кафедрой _____

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