



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра общей и экспериментальной физики



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля): - **Б1.В.ОД.9 Методы физического эксперимента.**

Направление подготовки: - **03.03.02 Физика**

Тип образовательной программы: - **академический бакалавриат**

Направленность (профиль) подготовки: - **физика конденсированного состояния**

Квалификация (степень) выпускника – **бакалавр**

Форма обучения - **очная**

Согласовано с УМК факультета

Протокол № 25 от « 21 » 04 2020 г.

Председатель Чумак В.В. Чумак

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 6

От « 13 » 04 2020 г.

Зав.кафедрой Гаврилюк А.А.

Иркутск 2020 г.

Содержание

1	Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2	Место дисциплины (модуля) в структуре ООП.	3
3	Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4	Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	4
5	Содержание дисциплины (модуля)	5
5.1	Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	5
5.2	Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	6
5.3	Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	6
6	Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.	7
7	Примерная тематика реферативных работ	8
8	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) :	8
	а) основная литература;	
	б) дополнительная литература;	
	в) программное обеспечение;	
	г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	
9	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).	9
10	Образовательные технологии	9
11	Оценочные средства. (ОС).	9
11.1	Оценочные средства	9
11.2	Оценочные средства текущего контроля	9
11.3	Оценочные средства для промежуточной аттестации в форме зачета.	9

1. Цели и задачи дисциплины

Целью курса является ознакомление учащихся с основами методов физического эксперимента и формирование у них навыков самостоятельной работы при осуществлении физических исследований. Дисциплина направлена на создание у студентов представления о сфере применимости и возможных ограничениях применения важнейших методов исследования, на ознакомление с процессами интерпретации и оценки полученных экспериментальных данных. Студент должен научиться оптимальному выбору методов для решения поставленных задач и формулированию аргументированного заключения на основании анализа и сопоставления всей совокупности полученных данных.

Задачи дисциплины

- Расширить объем знаний учащихся, касающихся принципов и методов проведения физического эксперимента, полученных ранее из курса общей физики, дать представление о современном состоянии изучаемой дисциплины, ее связи с другими научными дисциплинами и тенденциях развития.

- Рассмотреть основные экспериментальные возможности и теоретические подходы, особенности применения знаний из области оптики, атомной физики, квантовой механики, физики твердого тела для анализа и описания наблюдаемых явлений.

- Дать анализ современных методов физического эксперимента, а также пути развития и совершенствования методов исследования природы и материи..

2. Место дисциплины в структуре ООП

Данный спецкурс связан с курсами электричества и магнетизма, оптики, молекулярной физики квантовой механики и атомной физики. Дисциплина «методы физического эксперимента» входит в модуль **Б1.В.ОД.9**, относящийся к вариативной части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению: **03.03.02** Физика.

Знакомству с данной дисциплиной должно предшествовать овладение фундаментальными дисциплинами из курса общей физики. При изучении курса основное внимание должно быть уделено аудиторному лекционному материалу и практическим занятиям, на которых проводится решение типовых задач по вопросам, связанным с тематикой курса. Для успешного усвоения курса требуется знание курса общей физики и владение операциями математического анализа.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование **следующих компетенций:**

- способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (**ОПК-1**);

В результате усвоения дисциплины учащиеся должны обладать следующими **профессиональными компетенциями**:

- способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (**ПК-1**);
- способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (**ПК-2**).

В результате изучения курса студенты будут:

Знать: принципы действия основных методов исследования в физическом эксперименте, структуру приборной базы, характерной для каждого метода;

Уметь: дать характеристику физическому явлению и процессу, используя физическую научную терминологию; дать формулировку основных физических закономерностей, наблюдаемых в эксперименте;

Владеть: навыками, позволяющими применить для описания физического явления известную физическую модель.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		4	-	-	-
Аудиторные занятия (всего)	60/1,7	60/1,7	-	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	18/0,5	18/0,5	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	36/1	36/1	-	-	-
Коллоквиум			-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-
Контроль самостоятельной работы (КСР)	6/0,17	6/0,17	-	-	-
Самостоятельная работа (всего)	84/2,33	84/2,33	-	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-	-	-	-

Расчетно-графические работы	-	-	-	-	-
Реферат (при наличии)	84/2,33	84/2,33	-	-	-
<i>Домашние контрольные работы</i>			-	-	-
Вид аттестации зачет			-	-	-
Общая трудоемкость часы	144	144	-	-	-
зачетные единицы	4	4	-	-	-

5. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

5.1 Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Физические методы исследования. Прямая и обратная задача.

Общая характеристика методов. Прямая задача физического метода. Обратная задача физического метода. Классификация методов исследования (спектроскопические, магниторезонансные, дифракционные, ионизационные, микроскопические, термостимулированные).

Тема 2. Методы получения объектов исследования.

Выращивание монокристаллов. Методы Чохральского, Степанова, направленной кристаллизации, Стокбаргера, Киропулоса. Зонная плавка.

Тема 3. Вискеры

Природа нитевидных объектов. Методы получения. Применение. Фотонные кристаллы. Квантовые точки. Квантовые нити. Самосборка.

Тема 4. Диспергационные методы получения объектов

Особые свойства наноразмерных материалов. Некоторые примеры применения наноматериалов. Механическое диспергирование. Шаровые, вибрационные и планетарные мельницы. Криопомол. Природа механической активации. Ультразвуковое диспергирование.

Тема 5. Исследование вещества по его излучательно-поглощательным характеристикам.

Характеристика и преимущества методов. Основные представления. Электромагнитные волны. Фотоны. Квантование энергии и спектры. Абсорбционная спектроскопия.

Тема 6. Люминесценция

Механизм возникновения. Рекомбинационное излучение. Классификация видов люминесценции. Закон Стокса. Флуоресцентная спектроскопия.

Тема 7. Рассеяние света.

Рэлеевское рассеяние. Рамановское рассеяние. Комбинационное рассеяние света. Метод КР.

Тема 8. Инфракрасная спектроскопия

ИК спектроскопия как метод исследования. Гармонический осциллятор. Конфигурационная система координат. Замечания по практической реализации метода. Спектральные приборы для исследований в ИК области спектра. Источники ИК излучения. Приемники. ПЗС – матрица.

Тема 9. Магнитные методы физических исследований

Диамagnetики. Парамагнетики, Ферромагнетики. Природа магнетизма. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР).

Тема 10. Экспериментальная реализация метода ЭПР

Генератор излучения. Электромагнит. Детектор. Основные характеристики спектров ЭПР. G- фактор. Тонкая структура спектра ЭПР. Сверхтонкая структура. Ширина линии спектра.

Тема 11. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР)

Реализация метода. Магнитные взаимодействия в веществе. Магнитные ядра. Магниты для ЯМР спектрометров. Визуализация внутренних органов человека посредством ЯМР.

Тема 12. Термоактивационные методы. Электреты.

Методы ТСЛ, ТСТ, ТСД. Электреты. Электретирование диэлектриков. Методы получения электретов. Применение электретов.

Тема 13. Элементы техники оптической спектроскопии

Оптические стекла. Физико-химические свойства оптических материалов. Увioletовое стекло. Ситаллы. Оптические керамики. Кварцевое стекло. Полупроводниковые кристаллы. Особенности работы с изделиями из оптических материалов.

Тема 14. Методы регистрации световых потоков.

Фотоэлектрические, фотоэлектронные и тепловые приемники оптического излучения. Фоторезистор. Фотодиод. Фототранзистор. Фотоумножитель. Фотоэлемент. ПЗС матрица. Электронно-оптический преобразователь. ПНВ. Болومتر. Пирозлектрический приемник.

Тема 15. Вакуумная техника в физическом эксперименте.

Единицы измерения степени разряжения. Вакуумные насосы. Геттеры. Типы вакуумных насосов. Принципы действия. Пластинчато-роторный. Турбомолекулярный. Диффузионный. Азотная ловушка и ее роль. Применение вакуумной техники в физическом эксперименте.

Тема 16. Криогенные температуры в физическом эксперименте.

Область криогенных температур. Роль криогенных температур в развитии науки и технических приложений. Получение криогенных температур. Сверхпроводимость. Имитация космических условий.

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

№ п/п	Наименование обеспечиваемых дисциплин	№ № тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых дисциплин (вписываются разработчиком)								
		Тема 2	Тема 3	Тема 8	Тема 16					
1.	Молекулярная физика									
2.	Электричество и магнетизм	Тема 9	Тема 10	Тема 11	Тема 12	Тема 15				
	Оптика	Тема 5	Тема 6	Тема 7	Тема 8	Тема 13	Тема 14			

5.3. Разделы и темы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела Наименование темы	Виды занятий в часах						
		Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	КСР	Всего
1	Физические методы исследования. Прямая и обратная задача.	2	2					4
2	Методы получения объектов исследования.		2			6		8
3	Вискеры	2	2			6		10
4	Диспергационные методы получения объектов	2	2			6		10
5	Исследование вещества по его излучательно-поглощательным характеристикам.		4			6	2	12

6	Люминесценция	2	2			6		10
7	Рассеяние света		2					2
8	Инфракрасная спектроскопия	2	4			6		12
9	Магнитные методы физических исследований	2	2			6		10
10	Экспериментальная реализация метода ЭПР	2	2			6		10
11	Ядерный магнитный резонанс (ЯМР)	2	2			6	2	12
12	Термоактивационные методы. Электреты.	2	2			6		10
13	Элементы техники оптической спектроскопии		2			6		8
14	Методы регистрации световых потоков.		2			6		8
15	Вакуумная техника в физическом эксперименте.		2			6		8
16	Криогенные температуры в физическом эксперименте.		2			6	2	10
	ИТОГО	18	36			84	6	144

6. Перечень семинарских, 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 1	Методы абсорбционной спектроскопии в УФ и видимой областях. Принцип действия светофильтров, как простейших монохроматоров света. Спектры пропускания цветных стекол.	6	Реферат	(ОПК-1) (ПК-1) (ПК-2)
2	Тема 2	Приемники оптического излучения. Устройство фотоэлектронного умножителя. Работа в режиме счета фотонов. Полупроводниковые приемники излучения.	6	Реферат	(ОПК-1) (ПК-1) (ПК-2)
3	Тема 3	Устройство и принцип действия спектральной установки. Дифракционный монохроматор. Дифракция света на решетке. Определение спектральной чувствительности монохроматора.	6	Реферат	(ОПК-1) (ПК-1) (ПК-2))
4	Тема 4	Спектрофотометр СФ-56. Устройство, принцип действия. Влияние ширины щели на характеристики	6	Реферат	(ОПК-1) (ПК-1)

		спектрофотометра.			(ПК-2)
5	Тема 5	Оптические спектры поглощения твердых тел. Формула Смакулы – Декстера. Расчет концентрации поглощающих центров.	6	Реферат	(ОПК-1) (ПК-1) (ПК-2)
6	Тема 6	Лазер как источник излучения. Принцип действия лазера. Модовый состав излучения. Волоконные световоды.	6	Реферат	(ОПК-1) (ПК-1) (ПК-2))

7. Примерная тематика реферативных работ.

1. Отличительные особенности методов получения объектов путем кристаллизации из расплава.
2. Механоактивация, как метод формирования новых свойств вещества.
3. Криопомол, особенности получения и перспективы применения.
4. Флуоресцентная спектроскопия и особенности ее применения.
5. ПЗС матрица. Устройство, принцип действия, возможности.
6. Использование фотоэлектрических, фотоэлектронных и тепловых приемников в современных системах контроля.
7. Роль криогенных температур в осуществлении выдающихся экспериментов. Получение сверхнизких температур. Криогенные температуры для имитации космических условий.
8. Классификация физических методов исследования. Формулировка прямой и обратной задачи для наиболее распространенных экспериментальных методов.
9. Методы получения нитевидных объектов. Применение вискероов в современных пионерских разработках.

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

Основная

1. Егранов А.В. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом [Текст] : методы эксперимент. физики конденсир. состояния : учеб. пособие / А. В. Егранов. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - 123 с. : ил. - Библиогр.: с. 122-123 (30 назв.). - 100 экз. - ISBN 978-5-9624-0884-2 : Б. ц.
2. Павлинский Г.В. Основы физики рентгеновского излучения [Текст] : научное издание / Г. В. Павлинский. - М. : Физматлит, 2007. - 240 с. : граф. ; 22 см. - Библиогр.: с. 222-240. - ISBN 978-5-9221-0783-9 : 180.00 р., 318.47 р., 150.00 р.
3. Раджабов Е.А. Спектроскопия атомов и молекул в конденсированных средах [Текст] : учеб. пособие / Е. А. Раджабов ; рец.: В. В. Акимов, А. А. Гаврилюк ; Иркутский гос. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т геохимии им. А. П. Виноградова. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - 107 с. ; 20 см. - (Методы экспериментальной физики конденсированного состояния). - ISBN 978-5-9624-0882-8 : 188.00 р.

Сверено с №Б 415

Дополнительная

1. Брандон Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля. /Д.Брандон, У. Каплан М.: Техносфера. – 2004. – 384 с.
2. Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии: / Ю.А. Пентин, Л.В. Вилков - М.: Мир, АСТ.- 2003 - 683с.
3. Сквайрс Дж. Практическая физика./ Пер. с англ. под ред. Лейкина Е.М.- М.: Мир, 1971. - 246 с.
4. Берклеевский курс физики. Физическая лаборатория./ Портис А.- М.: Наука, 1978.- 319 с.
5. Сена Л.А. Единицы физических величин и их размерности. - Изд. 2-е.- М.: Наука, 1977.- 335 с.

6. Климкин В.Ф., Папырин А.Н., Солоухин Р.И. Оптические методы регистрации быстропротекающих процессов.- Новосибирск: Наука, 1980.- 208 с.
7. Кунце Х.-И. Методы физических измерений. Пер. с нем.М.: Мир, 1989.- 216 с.
8. Ангерер Э. Техника физического эксперимента./ Пер с нем. под ред. Яковлева К.П.- М.: гос. изво. физ.-мат. литературы.- 1962.- 452 с.
9. Липсон Г. Великие эксперименты в физике./ Пер с англ. под ред. Рыдника В.И.- М.: Мир, 1972.- 214 с.
10. Тригг Дж. Решающие эксперименты в современной физике./ Пер с англ. под ред. Алексеева И.С. - М.: Мир, 1974.- 159 с.
11. Зайдель А.Н. Погрешности измерения физических величин.Л.: Наука, 1985.- 112 с.
12. Слабкий Л.И. Методы и приборы предельных измерений в экспериментальной физике.- М.: Наука, 1973.- 272 с.
13. Сенченков А.П. Техника физического эксперимента. М.:Энергоатомиздат, 1983.- 238 с.

в) **программное обеспечение:** *не предусматривается*

г) **базы данных,** информационно-справочные и поисковые системы: интернет ресурсы в свободном доступе и на сайте ИГУ www.isu.ru и физического факультета ИГУ.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Оборудование: Макеты спектральных приборов. Образцы спектров реальных объектов. Элементы оптических конструкций. Лабораторные исследовательские установки. Персональные компьютеры (компьютерный класс).

Материалы: Ионные кристаллы, активированные ионные кристаллы, монокристаллы с центрами окраски. Образцы результатов исследовательских задач.

10. Образовательные технологии:

При освоении дисциплины используются сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности учащихся для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций. На лекционных занятиях – дискуссии, индивидуальное обучение и обучение на основе опыта; на практических занятиях – дискуссия, работа в команде, индивидуальное обучение, обучение на основе опыта, исследовательский метод.

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Интернет-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении практических занятий с использованием демонстрационного и наглядного (графического) материалов, специальной литературы, выполнение индивидуальных заданий.

11. Оценочные средства (ОС):

Фонд оценочных средств представлен в приложении к программе

11.1. Оценочные средства для входного контроля (могут быть в виде тестов с закрытыми или открытыми вопросами).

11.2. Оценочные средства текущего контроля формируются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе университета (могут быть в виде тестов, ситуационных задач, деловых и ролевых игр, диспутов, тренингов и др.) Назначение оценочных средств ТК - выявить сформированность компетенций -**ОПК-1, ПК-1, ПК-2.**

Перечень контрольных вопросов для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа включает изучение лекционного материала с привлечением учебных пособий, подготовку к зачету, написание рефератов на заданную тему.

1. Классификация физических методов исследования. Формулировка прямой и обратной задачи, реализуемой в каждом методе исследования.
2. Методы получения нитевидных объектов.
3. Возможности абсорбционной спектроскопии.
4. Комбинационное рассеяние. Особенности наблюдения и экспериментальные возможности метода.
5. Примеры визуализации объектов с использованием метода ЯМР.
6. Примеры применения метода ЭПР
7. Изделия из оптических материалов. Виды изделий, устройство, назначение. Особенности обращения с оптическими материалами при проведении экспериментов.
8. Примеры применения вакуумной техники в физическом эксперименте
9. Примеры применения криогенных температур в физическом эксперименте

11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации в форме зачета.

Примерный список вопросов к зачету

1. Общая характеристика методов физического эксперимента. Прямая задача физического метода. Обратная задача физического метода.
2. Классификация физических методов исследования.
3. Оптические методы.
4. Магниторезонансные методы.
5. Исследование вещества по его излучательно-поглощательным характеристикам. Основные представления, используемые в методе.
6. Спектр испускания и спектр поглощения системы.
7. Люминесценция. Механизм возникновения. Рекомбинационное излучение.
8. Классификация видов люминесценции.
9. Закон Стокса. Стоксово и антистоксово излучение.
10. Рассеяние света. Рэлеевское и рамановское рассеяние.
11. ИК – спектроскопия.
12. Практическая реализация метода ИК спектроскопии.
13. Спектральный анализ, основанный на методе ИК- спектроскопии.
14. Классификация спектральных приборов по способу регистрации спектров в ИК диапазона. Болومتر. ПЗС – матрица.
15. Флуоресцентная спектроскопия. Затухание излучения. Время жизни. Квантовый выход.
16. Магниторезонансные методы исследований. Физические основы методов.
17. Диамагнетизм, парамагнетизм, ферромагнетизм.
18. Явление ЭПР и его интерпретация.
19. Экспериментальная реализация метода ЭПР. Схема установки. Генератор, волноводы, резонаторы, электромагнит, клистрон.

20. Основные характеристики спектра ЭПР. G- фактор, тонкая структура спектра ЭПР, сверхтонкая структура.
21. Ядерный магнитный резонанс.
22. Осуществление визуализации внутренних органов человека посредством метода ЯМР.
23. Преимущества и недостатки метода ЯМР.
24. Магниты для ЯМР спектрометров.
25. Методы, основанные на термически стимулированных процессах. Электреты.
26. Оптические стекла. Физико-химические свойства оптических материалов
27. Методы регистрации световых потоков.
28. Получение криогенных температур. Криогенные температуры в физическом эксперименте.
29. Получение вакуума. Вакуумная техника в физическом эксперименте. Сверхпроводимость. Имитация космических условий.

Разработчик:



к. ф.-м.н., доцент Н.Т.Максимова

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики

«_13_» _апреля _2020 г.

Протокол № 6

Зав. кафедрой



д.ф.-м .н., профессор Гаврилюк А.А.