



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.ДВ.1 Методы физического эксперимента Ч.2.**

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).	10
11.1	Оценочные средства	10
11.2	Оценочные средства текущего контроля	10
11.3	Оценочные средства для промежуточной аттестации в форме зачета.	11

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 Ч.2» входит в модуль **Б1.В.ДВ.1** вариативной части, к дисциплинам по выбору 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:

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			
		6	-	-	-
Аудиторные занятия (всего)	180/5	180/5	-	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	18/0,5	18/0,5	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	18/0,5	18/0,5	-	-	-
Контроль самостоятельной работы (КСР)	36/1	36/1	-	-	-
Самостоятельная работа (всего)	108/3	108/3	-	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-	-	-	-
Реферат (при наличии)			-	-	-
Вид аттестации экзамен			-	-	-
Общая трудоемкость часы зачетные единицы	180	180	-	-	-
	5	5	-	-	-

5. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

5.1 Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Объекты физического эксперимента .

Получение кристаллических объектов исследования. Выращивание монокристаллов. Метод Чохральского. Метод Степанова. Метод вертикально направленной кристаллизации. Метод Бриджмена. Метод Стокбаргера. Метод Киропулоса. Зонная плавка. Особенности и границы применения метода.

Тема 2. Получение нанообъектов исследования.

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

Тема 3. Получение объектов методом диспергирования.

Особые свойства наноразмерных диспергированных материалов. Механическая активация. Шаровые, вибрационные и планетарные мельницы. Криопомол. Ультразвуковое диспергирование.

Тема 4. Методы анализа состава исследуемого вещества.

Атомно-абсорбционная спектроскопия. Рентгено-флуоресцентный анализ. Атомно-эмиссионная спектрометрия. Синхротронное излучение. Нейтронно-активационный анализ.

Тема 5. Масс-спектрометрия.

Масс-спектрометрия как метод исследования. Применение. Масс-спектрометр, устройство, принцип действия.

Тема 6. Методы микроскопии.

Растровая зондовая микроскопия, Атомно-силовая зондовая микроскопия, сканирующая туннельная микроскопия. Достоинства и недостатки каждого метода. Принцип работы сканирующих зондовых микроскопов. Минимальные технические требования.

Тема 7. Моделирование объектов исследования.

Радиационная химия. Виды ионизирующих излучений. Фотонное (гамма и рентгеновское) и корпускулярное излучение (электроны, бета, альфа, протоны, дейтроны). Единицы измерения ионизирующих излучений. Поглощенная доза. Экспозиционная доза. Общие закономерности радиоактивного распада. Фотонное излучение. Характеристики видов излучения. Гамма – излучение. Рентгеновское излучение. Разновидности тормозного излучения.

Тема 8. Методы формирования новых свойств вещества.

Взаимодействие фотонного излучения с веществом. Рассеяние фотонов. Фотоэффект. Оже электроны. Комптоновское рассеяние. Корпускулярное излучение (Электроны, бета, альфа, нейтроны). Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Излучение Вавилова-Черенкова.

Тема 9. Дефекты в кристаллах.

Зонная схема кристаллов. Типы дефектов. Дефекты по Френкелю и по Шоттки. Центры окраски.

Тема 10. Образование дефектов при импульсном лазерном облучении.

Механизмы образования дефектов. Поглощение света. Формула Смакулы-Декстера. Спектрофотометры, устройство, применение.

Тема 11. Применение вакуума в физическом эксперименте.

Вакуум-определение (низкий, средний, высокий, сверхвысокий). Геттеры, принцип действия. Измерение вакуума. Вакуумные насосы, принцип действия. Пластинчато-роторные. Диффузионные. Азотная ловушка. Проведение исследований с использованием вакуума.

Тема 12. Применение криогенных температур в физическом эксперименте.

Сверхпроводимость. Сверхтекучесть. Эффект Джозефсона. Сжиженные газы, достигаемые температуры. Проведение фундаментальных и прикладных исследований с использованием низких температур.

Тема 13. Тепловые и газоразрядные источники излучения

Естественные и искусственные источники излучения. Тепловые и люминесцентные источники. Газоразрядные источники. Лампы накаливания. Светодиоды. Лазеры

Тема 14. Методы регистрации световых потоков.

Фотоэлектрические приемники излучения (фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы). Фотоэлектронные приемники (фотоумножитель, фотоэлемент, электронно-оптический преобразователь). Тепловые приемники излучения (болومتر, пироэлектрические приемники).

Тема 15. Элементы техники оптической спектроскопии.

Оптические среды. Диэлектрики, полупроводники и металлы, используемые в спектроскопии. Физико-химические свойства оптических материалов. Особенности работы с оптическими материалами. Оптическое волокно.

Тема 16. Воздух как оптическая среда.

Спектр поглощения воздуха. Проникновение в атмосферу вертикально направленного солнечного излучения. Окна прозрачности атмосферы.

Тема 17. Перспективы развития и совершенствования методов физического эксперимента.

Новейшие методы исследования. Информационные технологии в физическом эксперименте. Перспективы развития физических методов исследования.

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 1	Тема 2	Тема 4	Тема 9	Тема 11	Тема 12			
1.	Молекулярная физика									
2.	Электричество и магнетизм									
	Оптика									

5.3. Разделы и темы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела Наименование темы	Виды занятий в часах				
		Лекц.	Практ. зан.	СРС	КСР	Всего
1	Объекты физического эксперимента.	2		7	2	11
2	Получение нанообъектов исследования.	2		7	2	11
3	Получение объектов методом диспергирования.		2	7	2	11
4	Методы анализа состава исследуемого вещества.	2		7	2	11
5	Масс-спектрометрия.		2	6	2	10
6	Методы микроскопии.		4	8	2	14
7	Моделирование объектов исследования.	2		6	2	10
8	Методы формирования новых свойств вещества.	2		6	2	10

9	Дефекты в кристаллах.		2	6	2	10
10	Образование дефектов при импульсном лазерном облучении		2	6	2	10
11	Применение вакуума в физическом эксперименте.	2		6	2	10
12	Применение криогенных температур в физическом эксперименте.	2		6	2	10
13	Тепловые и газоразрядные источники излучения	2		6	2	10
14	Методы регистрации световых потоков.	2		6	2	10
15	Элементы техники оптической спектроскопии.		2	6	2	10
16	Воздух как оптическая среда		2	6	2	10
17	Перспективы развития и совершенствования методов физического эксперимента.		2	6	4	12
	ИТОГО	18	18	108	36	180

6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование практических занятий	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	Тема 3	Получение объектов методом диспергирования. Особые свойства наноразмерных диспергированных материалов. Механическая активация. Шаровые, вибрационные и планетарные мельницы. Криопомол. Ультразвуковое диспергирование.	2	Реферат	(ПК-1) (ПК-2)
2	Тема 5	Масс-спектрометрия. Масс-спектрометрия как метод исследования. Применение. Масс-спектрометр, устройство, принцип действия.	2	Реферат	(ПК-1) (ПК-2)
3	Тема 6	Методы микроскопии. Растровая зондовая микроскопия,		Реферат	(ПК-1)

		Атомно-силовая зондовая микроскопия, сканирующая туннельная микроскопия. Достоинства и недостатки каждого метода. Принцип работы сканирующих зондовых микроскопов. Минимальные технические требования.	4		(ПК-2))
4	Тема 9	Дефекты в кристаллах. Зонная схема кристаллов. Типы дефектов. Дефекты по Френкелю и по Шоттки. Центры окраски.	2	Реферат	(ПК-1) (ПК-2)
5	Тема 10	Образование дефектов при импульсном лазерном облучении Механизмы образования дефектов. Поглощение света. Оптические спектры поглощения твердых тел. Формула Смакулы – Декстера. Расчет концентрации поглощающих центров.	2	Реферат	(ПК-1) (ПК-2)
6	Тема 15	Элементы техники оптической спектроскопии. Оптические среды. Диэлектрики, полупроводники и металлы, используемые в спектроскопии. Физико-химические свойства оптических материалов. Особенности работы с оптическими материалами. Лазер как источник излучения. Принцип действия лазера. Волоконные световоды.	2	Реферат	(ПК-1) (ПК-2))
7	Тема 16	Воздух как оптическая среда Спектр поглощения воздуха. Проникновение в атмосферу вертикально направленного солнечного излучения. Окна прозрачности атмосферы.	2	Реферат	(ПК-1) (ПК-2))
8	Тема 17	Перспективы развития и совершенствования методов физического эксперимента. Новейшие методы исследования. Информационные технологии в физическом эксперименте. Перспективы развития физических методов исследования.	2	Реферат	(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 вискеров 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 ЧГУ

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. Клишкин 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. Алексева 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 - **ПК-1, ПК-2.**

Перечень контрольных вопросов для самостоятельной работы студентов

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 аттестации в форме экзамена.

Примерный список вопросов к экзамену.

1. Общая характеристика методов физического эксперимента.
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 анитистоксово 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.
Болометр. 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. Оптические стекла. Физико-химические свойства оптических материалов
26. Методы регистрации световых потоков.
27. Получение криогенных температур. Криогенные температуры в физическом эксперименте.
28. Получение вакуума. Вакуумная техника в физическом эксперименте. Сверхпроводимость.
Имитация космических условий.

Разработчик:



к. ф.-м.н., доцент Н.Т.Максимова

« 13 » апреля 2020 г.

Протокол № 6

Зав. кафедрой



д.ф.-м.н., профессор Гаврилюк А.А.