

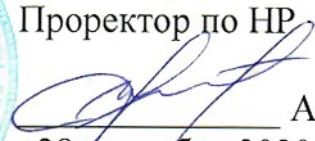
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НР


Ахметова И.Г.
«28» октября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01 Магнитно-резонансные методы контроля материалов

Направление
подготовки

12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и
биотехнические системы и технологии

(указывается код и наименование)

Направленность
подготовки

05.11.13 Приборы и методы контроля природной
среды, веществ, материалов и изделий

Уровень высшего
образования

Подготовка кадров высшей квалификации

Квалификация (степень)
выпускника

Исследователь. Преподаватель-
исследователь

Форма обучения

Очная, заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

г. Казань

2020

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Магнитно-резонансные методы контроля материалов» является формирование компетенций в области применений магнитно-резонансных методов для неразрушающего контроля материалов и их технической диагностики, включая знания, умения и навыки, обеспечивающие успешное сочетание научной и педагогической деятельности.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

1. Изучение основных магнитно-резонансных методов и средств неразрушающего контроля и технической диагностики;
2. Формирование умений в области применения и использования различных видов магнитно-резонансного неразрушающего контроля материалов и изделий;
3. Владение приборами магнитно-резонансного контроля физико-механических свойств материалов;
4. Получение практических навыков аналитического контроля

В результате изучения дисциплины «Магнитно-резонансные методы контроля материалов» аспирант должен овладеть:

Формируемые компетенции (код и формулировка компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-2 способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	З1(ПК-2) Знать: теоретические основы магнитно-резонансного контроля технических и природных объектов; эффективные методики проведения экспериментальных исследований с применением современных средств и методов контроля материалов. У1 (ПК-2) Уметь: грамотно пользоваться приборами магнитно-резонансного контроля материалов и природной среды; применять эффективные методики проведения экспериментальных исследований с применением современных магнитно-резонансных средств и методов контроля материалов. В1 (ПК-2) Владеть: - навыками работы на приборах магнитно-резонансного контроля материалов и получения информации о свойствах и состоянии материалов по данным их изучения методами ЭПР, ЯМР и ФМР.
ПК-3 способность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	З1(ПК-3) Знать: -принципы магнитно-резонансного контроля технических и природных объектов; -возможности и характеристики приборов магнитно-резонансного контроля; -основные методы расшифровки магнитно-резонансных спектров материалов. У1 (ПК-3) Уметь:

	<p>-грамотно пользоваться приборами магнитно-резонансного контроля материалов и природной среды;</p> <p>-классифицировать полученную информацию, поученную методами магнитно-резонансного контроля, пользуясь методами теории возмущений и спинового гамильтониана.</p> <p>V1 (ПК-3) Владеть:</p> <p>- навыками получения экспериментальной информации о физических свойствах материалов по данным их изучения магнитно-резонансными методами;</p> <p>-способностью делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований.</p>
<p>ПК-6 способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов</p>	<p>З1(ПК-6) Знать:</p> <p>-физические принципы и физико-математический аппарат методов магнитно-резонансного контроля материалов и веществ;</p> <p>-классификацию магнитно-резонансных методов контроля по признаку контролируемых свойств объекта.</p> <p>У1 (ПК-6) Уметь:</p> <p>-правильно выбрать необходимые приборы и установки для проведения экспериментальных исследований методами магнитно-резонансного контроля материалов и веществ;</p> <p>-обрабатывать и представлять результаты наблюдений, производить оценку результатов и погрешностей прямых, косвенных и совокупных измерений.</p> <p>V1 (ПК-6) Владеть:</p> <p>-методами аргументированного выбора и грамотного использования магнитно-резонансных методов исследований веществ, материалов и природной среды.</p>
<p>УК-1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>З1(УК-1) Знать:</p> <p>-физические принципы и математический аппарат методов магнитно-резонансного контроля веществ, материалов и природных объектов;</p> <p>-современные методы и программное обеспечение, используемые при расшифровке магнитно-резонансных спектров материалов.</p> <p>У1 (УК-1) Уметь:</p> <p>-обрабатывать и классифицировать экспериментальную информацию, полученную методами магнитно-резонансного контроля; пользуясь методами теории возмущений и спинового гамильтониана;</p> <p>- производить оценку параметров магнитно-резонансных спектров, а также погрешностей прямых, косвенных и совокупных измерений.</p>

	<p>В1 (УК-1) Владеть: -навыками критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p>
<p>УК-6 способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</p>	<p>З1(УК-6) Знать: Основные тенденции развития и новые области применений методов магнитно-резонансного контроля материалов и веществ с целью использования этих знаний при планировании и решении задач собственного профессионального и личностного развития.</p> <p>У1 (УК-6) Уметь: -пользоваться электронными системами поиска новой информации о проблемах магнитно-резонансных методов контроля веществ, материалов и природной среды.</p> <p>В1 (УК-6) Владеть: -навыками планирования и решения задач собственного профессионального и личностного развития</p>

2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО

Дисциплина «Магнитно-резонансные методы контроля материалов» относится к обязательным дисциплинам образовательной составляющей учебного плана аспирантов направления подготовки «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий». Содержание дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Физика», «Квантовая электроника», «Методы и средства контроля параметров материалов электроники и наноэлектроники».

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, используются при выполнении научно-исследовательской работы аспиранта и диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

3. Структура и содержание дисциплины «Магнитно-резонансные методы контроля материалов»

3.1 Структура дисциплины «Магнитно-резонансные методы контроля материалов»

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 4.2 часа.

Вид учебной работы	Всего зачетных единиц	Всего часов	Семестры			
			1	2		
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ:	4	144	44	64		
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:		42	18	24		
Лекции (Лк)		42	18	24		
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)						
Лабораторные работы (ЛР)						
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ		66	36	30		
ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (З – зачет, Э – экзамен)		30	3	30		

для аспирантов заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	из них, проводимых в интерактивной форме	семестры			
			1	2		
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	144		72	72		
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:	32		4	12		
Лекции (Лк)	12		6	6		
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	20		10	10		
Лабораторные работы (ЛР)						
и(или) другие виды аудиторных занятий						
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:	104		52	52		
Курсовой проект (работа)						
Расчетно-графические работы						
Реферат						
и (или) другие виды самостоятельной работы	104		52	52		
ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (З – зачет, Э – экзамен)	8		3	30		

3.2. Содержание разделов дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего часов на раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лк	ПЗ	ЛР	Самост. работа	
1	2	3	4	6	7	8	9	10
1	Общие сведения о принципах магнитного резонанса. Основные методы магнитно-резонансного контроля веществ, материалов и природной среды	9	1	8		-	4	Устный опрос
2	Основы квантовой механики атомов, молекул и кристаллов	33	1	10		-	20	Устный опрос. Реферат
3	Промежуточная аттестация	2	1	-	-	-	2	Зачет
4	Метод электронного парамагнитного резонанса	42	2	10			24	Устный опрос. Реферат
5	Метод ядерного магнитного резонанса	9	2	7			6	Устный опрос. Реферат
6	Метод ферромагнитного резонанса	11	2	7			8	Устный опрос. Реферат
7	Промежуточная аттестация	2	2	-	-		2	Зачет с оценкой
	Итого:	144	-	42			66	-

1. Общие сведения о принципах магнитного резонанса. Основные методы магнитно-резонансного контроля веществ, материалов и природной среды

Классические представления о магнитном резонансе. Невозможность количественного описания резонансных процессов в веществах и материалах с помощью классических моделей. Общие представления о предельном переходе от классических методов описания магнитного резонанса к квантовым методам. Краткий обзор основных методов магнитно-резонансного контроля веществ, материалов и природной среды (ЯМР, ФМР, ЭПР и ДЭЯР).

2. Основы квантовой механики атомов, молекул и кристаллов.

Принципы неопределенности и суперпозиции. Операторное представление физических величин. Сложение и умножение операторов физических величин. Дифференцирование операторов по времени. Матричное представление операторов физических величин. Законы сохранения. Основные взаимодействия в атоме, определяющие структуру его уровней энергии. Оператор энергии атома (гамильтониан) и его матрица. Собственные значения и собственные функции гамильтониана. Волновые функции многоэлектронного атома. Принцип Паули.

Слетеровские детерминанты. Основные термы свободных атомов и ионов. Правило Хунда. Теория возмущений. Атомы и ионы в составе твердых и жидких тел. Влияние внутренних кристаллических полей на состояния атомов в веществе. Спин-орбитальное взаимодействие. Теории кристаллического поля и поля лигандов. Приближения сильного и слабого кристаллического поля. Электронные и ядерные магнитные моменты атомов твердых веществ. Диполь-дипольные взаимодействия между электронными моментами атомов и ионов в твердом теле. Сверхтонкие взаимодействия. Взаимодействие электронных и ядерных магнитных моментов атомов твердых веществ друг с другом и с внешним магнитным полем. Обменное и зеемановское взаимодействия. Локализованные и делокализованные магнитные моменты в металлах и полупроводниках.

3. Метод электронного парамагнитного резонанса: спектрометры и криогенная техника, физика и математический аппарат.

Конструкции и основные характеристики современных спектрометров ЭПР стационарного и импульсного типов. Возможности структурных исследований с помощью стационарных спектрометров. Изучение динамических процессов с помощью импульсных спектрометров. Устройства криогенной техники, используемые для проведения исследований при низких температурах. Теория возмущений. Формализм спинового гамильтониана, используемый для количественного описания результатов экспериментов, выполненных методом ЭПР. Вывод уравнений, связывающих квантово-механические характеристики исследуемых молекулярных систем (кластеров, комплексов) с параметрами их спинового гамильтониана при различных симметриях поля лигандов. Угловые зависимости интенсивностей резонансных линий и их положений в спектрах ЭПР. Спектры ЭПР материалов, содержащих парамагнитные центры с различными величинами эффективного спинового момента. Особенности электронного парамагнитного резонанса в случаях целочисленных и полуцелочисленных эффективных спиновых моментов. Условия сильного и слабого внешнего магнитного поля. Методы расшифровки спектров ЭПР.

4. Метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР).

Физические основы и аппаратура метода ЯМР. Вид и параметры спектров ЯМР. Химический сдвиг. Спин-спиновое расщепление и интегральные сигналы в спектрах ЯМР. ЯМР низкого и высокого разрешения. Анализ ЯМР-спектров высокого разрешения. Спектроскопия ЯМР на различных ядрах. Динамические процессы в ЯМР. Влияние динамических процессов на химические сдвиги.

5. Метод ферромагнитного резонанса (ФМР).

Способы описания спинового упорядочения в ферромагнетиках на основе гейзенберговского обменного гамильтониана. Спиновые волны в ферромагнетике. Суть и особенности ферромагнитного резонанса. Эффекты, связанные с формой образца. ФМР при наличии скин-эффекта и спин-волновой резонанс. Влияние кристаллической магнитной анизотропии на резонансную частоту. Эффективное внутреннее поле в ферромагнетике. Влияние кристаллической магнитной

анизотропии. ФМР в тонких слоях ферромагнетика, кристаллографическая анизотропия и анизотропия формы. Ширина линий ФМР и релаксация намагниченности. ФМР в ферримагнетиках или ферримагнитный резонанс. Антиферромагнитный резонанс.

3.4. Практические занятия учебным планом не предусмотрены

3.5. Лабораторные занятия учебным планом дисциплины не предусмотрены

3.6. Разделы дисциплины и связь с формируемыми компетенциями

№ п/п	Раздел дисциплины, участвующий в формировании компетенций	Часов на раздел	Компетенции					Количество компетенций
			ПК-2	ПК-3	ПК-6	УК-1	УК-6	
1	Общие сведения о принципах магнитного резонанса. Основные методы магнитно-резонансного контроля веществ, материалов и природной среды	9	З	З		З		3
2	Основы квантовой механики атомов, молекул и кристаллов	33	З	У		З	У	4
3	Метод электронного парамагнитного резонанса	42	У	В	З	У	У	5
4	Метод ядерного магнитного резонанса	9	З	З	З		З	4
5	Метод ферромагнитного резонанса	11	З	З	З		З	4

Условные обозначения: З – знать,
У – уметь,
В – владеть.

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1	2	3	4	2
1.	Явления электронного парамагнитного, ядерного магнитного и ферромагнитного резонансов: физические принципы и возможности применения для контроля веществ и материалов.	1	1	4
2.	Основные принципы и математический аппарат квантовой механики изолированных атомов.	1	2	5
3.	Примеры использования теории возмущения в расчетах спектра энергий атомов.	1	2	5
4.	Теории кристаллического поля и поля лигандов в кластерной модели парамагнитных центров в кристаллах.	1	2	5
5.	Взаимодействия электронных и ядерных магнитных моментов атомов твердых веществ друг с другом и с внешним магнитным полем.	1	2	5
6	Подготовка к зачету	1	1-2	2
6.	Конструкции и основные характеристики современных спектрометров ЭПР стационарного и импульсного типов.	2	3	4
7	Устройства криогенной техники, используемые для проведения исследований при низких температурах.	2	3	4
8.	Формализм спинового гамильтониана, используемый для количественного описания результатов экспериментов, выполненных методом ЭПР. го магнитного поля. Методы расшифровки спектров ЭПР.	2	3	5
9.	Вывод уравнений, связывающих квантово-механические характеристики исследуемых молекулярных систем (кластеров, комплексов) с параметрами их спинового гамильтониана при различных симметриях поля лигандов.	2	3	5
10.	Спектры ЭПР материалов, содержащих парамагнитные центры с различными величинами эффективного спинового момента..	2	3	4
11	Особенности электронного парамагнитного резонанса в случаях целочисленных и полужелочисленных эффективных спиновых моментов. Условия сильного и слабого внешнего магнитного поля.	2	3	4
12	Физические основы и аппаратура метода ЯМР.	2	4	4
13	Физическая суть и особенности явления ферромагнитного резонанса.	2	5	4
14	Параметры спектров ФМР и их связь с физическими процессами, происходящими в ферромагнитных материалах.	2	5	4
15	Подготовка к зачету	2		2
	Итого:	–	–	66

4. Образовательные технологии

№ п/п	Раздел дисциплины	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
1	2	3	4	5
1	Общие сведения о принципах магнитного резонанса. Основные методы магнитно-резонансного контроля веществ, материалов и природной среды	ПК-2з; ПК-3з; УК-1з	Лекция-визуализация	Устный опрос.
2	Основы квантовой механики атомов, молекул и кристаллов	ПК-2з; ПК-3у; УК-1з; УК-6у	Лекция-визуализация	Устный опрос. Реферат.
3	Метод электронного парамагнитного резонанса	ПК-2у; ПК-3в; ПК-6з; УК-1у; УК-6у	Лекция-визуализация	Устный опрос. Реферат.
4	Метод ядерного магнитного резонанса	ПК-2з; ПК-3з; ПК-6з; УК-6з	Лекция-визуализация	Устный опрос. Реферат.
5	Метод ферромагнитного резонанса	ПК-2з; ПК-3з; ПК-6з; УК-6з	Лекция-визуализация	Устный опрос. Реферат.

Используются электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Виды и формы контроля по дисциплине

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных навыков (владений) осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в КГЭУ.

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится при изучении теоретического материала, выполнении индивидуальных заданий в форме устного опроса. Текущему контролю подлежат посещаемость аспирантами аудиторных занятий и работа на занятиях.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине «*Магниторезонансные методы контроля материалов*») является промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой, проводимая с учетом результатов текущего контроля в 1 семестре.

5.2. Типовые задания и материалы для оценки сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины

5.2.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Для текущей оценки качества освоения дисциплины разработаны и используются следующие средства:

- *перечень контрольных вопросов по темам/разделам*

1. Дайте краткие пояснения о принципах магнитного резонанса.
2. Поясните, в чем состоит сущность принципа суперпозиции состояний.
3. Поясните, в чем состоит сущность принципа неопределенности (Гейзенберга).
4. Поясните, как выглядит и чем определяется спектр энергий атома водорода.
5. Запишите уравнение Шредингера для атома водорода.
6. Поясните, чем отличаются уравнения Шредингера одноэлектронного и многоэлектронного атомов.
7. Запишите выражение для волновой функции многоэлектронного атома, учитывающее принцип Паули и объясните его содержание.
8. Поясните, какие функции называются собственными для оператора некоторой физической величины.
9. Дайте определение собственных значений оператора физической величины и приведите примеры.
10. Поясните сущность термина «консервативная система» и приведите несколько примеров консервативных систем.
11. Поясните, что представляет собой спин-орбитальное взаимодействие и как записывается оператор такого взаимодействия.
12. Дайте краткое описание формализма спинового гамильтониана и выпишите несколько примеров спиновых гамильтонианов для парамагнитных комплексов различного вида.
13. Поясните, чем определяются вероятности резонансных переходов между электронными спиновыми уровнями энергии парамагнитного комплекса.
14. Опишите суть релаксационных процессов в парамагнитных комплексах и приведите примеры проявлений этих процессов в спектрах ЭПР.
15. Опишите процесс измерения времени спин-решеточной релаксации методом ЭПР.
16. Выпишите выражение для спинового гамильтониана парамагнитного центра с $S=1/2$, находящегося в кристаллическом поле кубической симметрии.
17. Выпишите выражение для спинового гамильтониана парамагнитного центра с $S=3/2$, находящегося в кристаллическом поле кубической симметрии.
18. Выпишите выражение для спинового гамильтониана парамагнитного центра с $S=3/2$, находящегося в кристаллическом поле осевой симметрии.
19. Выпишите выражение для спинового гамильтониана парамагнитного центра с $S=2$, находящегося в кристаллическом поле кубической симметрии.

20. Выпишите выражение для спинового гамильтониана парамагнитного центра с $S=2$, находящегося в кристаллическом поле осевой симметрии.
21. Нарисуйте и опишите структуру уровней энергии основного спинового мультиплетта парамагнитного центра с $S=1/2$, находящегося в кристаллическом поле кубической симметрии и во внешнем магнитном поле.
22. Нарисуйте и опишите структуру уровней энергии основного спинового мультиплетта парамагнитного центра с $S=3/2$, находящегося в кристаллическом поле кубической симметрии и в магнитном поле $H_0 \parallel C_4 \parallel z$.
23. Нарисуйте и опишите структуру уровней энергии основного спинового мультиплетта парамагнитного центра с $S=3/2$, находящегося в кристаллическом поле осевой симметрии и в магнитном поле $H_0 \parallel z$.
24. Нарисуйте и опишите структуру уровней энергии основного спинового мультиплетта парамагнитного центра с $S=2$, находящегося в кристаллическом поле кубической симметрии и в магнитном поле $H_0 \parallel C_4 \parallel z$.
25. Нарисуйте и опишите структуру уровней энергии основного спинового мультиплетта парамагнитного центра с $S=2$, находящегося в кристаллическом поле осевой симметрии и в магнитном поле $H_0 \parallel z$.
26. Опишите процесс поглощения энергии электромагнитной волны в ЯМР.
27. Поясните, чем определяются вероятности резонансных переходов между ядерными уровнями энергии.
28. Поясните, как проявляются релаксационные процессы в спектрах ЯМР.
29. Поясните, какими процессами определяются времена продольной и поперечной релаксации, определяемые методом ЯМР.
30. Поясните, как осуществляется процесс измерения времени T_1 в методе ЯМР.
31. Поясните, как осуществляется процесс измерения времени T_2 в методе ЯМР.
32. Нарисуйте и опишите графики магнитно-полевых зависимостей уровней энергии ядер с $I=3/2$, обладающих квадрупольным моментом.

5.3. Критерии оценивания уровня сформированности компетенций

Оценка результатов обучения по дисциплине «*Магниторезонансные методы контроля материалов*» в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных дисциплинарных компетенций проводится по (в случае обычного зачета по 2-х бальной шкале) и 4-х бальной шкале оценивания путем выборочного контроля во время зачета с оценкой.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается. Что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной дисциплины.

Критерии оценивания

Результат зачета	Критерии
«зачтено»	Аспирант показал знания основных положений дисциплины, умение решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой,

	ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умение правильно оценить полученные результаты расчетов или эксперимента.
<i>«не зачтено»</i>	При ответе аспиранта выявились существенные пробелы в знаниях основных положений дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Критерии оценивания

Оценка	Критерии
<i>«отлично»</i>	Наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы
<i>«хорошо»</i>	Наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала
<i>«удовлетворительно»</i>	Наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, необходимость дополнительных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике
<i>«неудовлетворительно»</i>	Наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неточность ответов на дополнительные вопросы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература:

1. Сергеев Н.А., Рябушкин Д.С. Дзюба С.А. Основы квантовой теории ядерного магнитного резонанса. монография -Москва: Лань, 2018. -272 с.: ил. - электронный ресурс Издательского дома «Лань». Режим доступа <http://e.lanbook.com>.

2. Демидов Е.С.,Ежеывский А.А., Карзанов В.В. Магнитные резонансы в твердых телах. (учебное пособие) -Москва: Лань, 2019. -158 с.: ил. -электронный ресурс Издательского дома «Лань». Режим доступа <http://e.lanbook.com>

6.2. Дополнительная литература:

1. С.А.Альтшуллер, Б.М.Козырев. Электронный парамагнитный резонанс соединений промежуточных групп. –М.: Наука, 1972. –672с
2. Дж. Вертц, Дж. Болтон. Теория и практические приложения метода ЭПР. Под редакцией профессора Л. А. Блюменфельда. Москва. Издательство «Мир», 1975.

6.3. Электронно-библиотечные системы

1. iprbookshop.ru.
2. knigafund.ru.
3. ibooks.ru.
4. znanium.com.
5. e.lanbook.com.
6. library.bsu.ru/menu-electronic.

6.4. Программное обеспечение дисциплины

Пакеты прикладных программ для расчета параметров интерфейсов Multisim, MatLab, LabVIEWи Trace Mode.

6.5. Интернет-ресурсы

1. [http:// otherreferats.allbest.ru](http://otherreferats.allbest.ru).
2. www.kgeu.ru.
3. www.mirknig.com

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п./п.	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лекции	Специальные помещения для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: мультимедийный проектор, мобильный ПК (ноутбук), экран
2	Самостоятельная работа обучающихся	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер

№ п./п.	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
			(ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
		Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);

- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);

- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с

гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;

- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;

- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

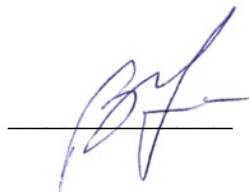
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

** * **

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 12.06.01 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. №877.

Автор:



д.ф.-м.н., проф. Уланов В.А.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры ПЭС от 27.10.2020 г., протокол № 5.

Зав. кафедрой ПЭС



д.ф.-м.н., проф. Голенищев-
Кутузов А.В.

На заседании методического совета ИЭЭ от 28.10.2020 г., протокол №3 программа рекомендована к утверждению.

Директор ИЭЭ



д.т.н., проф. И.В. Ившин

