

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Клочков Юрий Сергеевич

Должность: и.о. ректора

Дата подписания: 09.04.2024 14:24:23

Уникальный программный ключ:

4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ / _____ /

«_____» _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины: Спектральные и резонансные методы диагностики

направление подготовки: 12.03.01. Приборостроение

направленность (профиль): Приборы и методы контроля качества и диагностики

форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры ФМД

Протокол № __ от _____ 20__ г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: ознакомление обучающихся с радиоспектроскопическими и рентгеновскими методами исследования свойств веществ и дефектов структуры, применение спектроскопии магнитного резонанса и рентгеновской дифрактометрии в научных исследованиях и на практике

Задачи дисциплины

- Изучение метода описания спектров магнитного резонанса парамагнитных центров с помощью спинового гамильтониана;
- Изучение особенностей основных методов радиоспектроскопии – ядерного магнитного резонанса (ЯМР),
- Изучение эффектов влияния внешних полей на спектры магнитного резонанса и знакомство с применением этих эффектов;
- Ознакомление с методами малоуглового рентгеновского рассеивания;
- Овладение приемами и методами решения конкретных задач из области конденсированных сред, умение делать простейшие оценки и расчеты для анализа структурных особенностей в используемой аппаратуре и технологических процессах;
- Ознакомление и умение работать с простейшими аппаратами, приборами и схемами, которые используются в технологических лабораториях, понимание принципов действия;
- Умение ориентироваться в современной и вновь создаваемой рентгеновской технике и приборах ЯМР, применяемых в дефектоскопии.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

Знание обучающимися фундаментальных физических понятий, основных методов исследования и анализа структуры конденсированных сред, применяемые в современной технике;

Умение работать с простейшими аппаратами, приборами и схемами, которые используются в технологических лабораториях, и понимать принципы их действия;

Владение приемами и методами решения конкретных задач структурного анализа, уметь делать простейшие оценки и расчеты для анализа физических явлений

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин Обнаружение и фильтрация сигналов, Фурье и вейвлет анализ сигналов, Радиационный контроль.

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
ПКС-2 Способность к организации работ по контролю качества продукции подразделения и предприятия	ПКС-2.1 Выполняет контроль поступающих материалов, сырья, полуфабрикатов и изделий на соответствие требованиям нормативной документации или конструкторской документации	Знать: (З1) основы технологических процессов, в которых можно применять ЯМР и рентген для контроля качества
		Уметь:(У1) выполнять контроль качества сырья и изделий методами структурного анализа
		Владеть: (В1) методами организации работ по контролю качества по данным структурного анализа
ПКС-3 Способность к поиску и разработке новых методов контроля качества и	ПКС-3.2 Разрабатывает математические методы обработки первичной информации для выявления диагностических признаков	Знать: (З2) физические основы разрабатываемого спектрального метода контроля; недостатки существующих методов диагностики оборудования
		Уметь:(У2) ставить цели и задачи в своей исследовательской деятельности в соответствие с

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
диагностики материалов и изделий		современными требованиями промышленного производства, разбираться в устройстве и принципе работы разрабатываемых методов, приборов и систем
		Владеть: (B2) навыками исследовательской работы; способностью рассчитывать структуру объектов контроля по данным спектрального анализа

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Контроль, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			
Очная	4/8	24	-	12	36	36	Экзамен

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины.

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Рентгенография	12	-	4	20	36	ПКС-2.1 ПКС-3.2	Тест, вопросы, лабораторная работа
2	2	Анализ структуры нанокристаллических объектов	6	-	4	8	18		Тест, вопросы, лабораторная работа
3	3	ЯМР-спектроскопия	6	-	4	8	18		Тест, вопросы, лабораторная работа
...	Экзамен		-	--	-	00	36		Вопросы к экзамену
Итого:			24	-	12	36	108		

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. «Рентгенография». Значение и задачи курса резонансной спектроскопии. Измерение длины волны рентгеновских лучей. Сплошной спектр рентгеновских лучей. Кристаллические тела, кристаллические символы, формулы. Симметрия кристаллов. Рассеивание рентгеновских лучей. Структурный фактор. Формулы интегральной интенсивности. Метод неподвижного монокристалла. Метод вращающегося кристалла. Метод порошка. Определение границ фаз. Определение природы фаз. Микронапряженное искажение кристаллической решетки. Общая характеристика фазового анализа. Особенности фазового анализа. Параметры элементарной ячейки. Межплоскостные расстояния. Анализ твердых растворов.

Раздел 2. «Анализ структуры нанокристаллических объектов». Классификация наноструктурных объектов. Анализ интегральной ширины дифракционных пиков. Анализ формы профиля дифракционных пиков. Метод радиального распределения атомов. Дальний и ближний порядок.

Раздел 3. «ЯМР-спектроскопия». Магнитон Бора. Энергия магнитного взаимодействия электрона и ядра. Спин-орбитальное взаимодействие. Ориентация спинов в магнитном поле. Расщепление энергетических уровней электронов в магнитном поле. Интенсивность ЯМР и ее связь с заселенностью

энергетических уровней. Химический сдвиг. Мультиплетная структура энергетических уровней. Эффект динамического сужения. Интегральная интенсивность. Уравнение Блоха. ЯМР - Фурье спектроскопия. Спиновая релаксация. Импульсный метод. Применение ЯМР в диагностике технологических процессов.

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема лекции
8 семестр			
1	1	11	Предмет и задачи курса. Источники излучения
2	1	2	Спектры рентгеновских лучей
3	1	2	Элементы кристаллографии
4	1	2	Интерференция рентгеновских лучей
5	1	2	Основные методы исследования структуры
6	1	1	Структура пластических деформаций и определение остаточных напряжений
7	1	1	Рентгенографический фазовый анализ
8	1	1	Определение дефектов кристаллической решетки рентгенографическим методом
9	2	2	Нанокристаллические системы, как объекты структурных исследований
10	2	2	Область когерентного рассеивания, уширение спектра.
11	2	2	Малоугловое рентгеновское рассеивание
12	3	1	Ядерный магнитный момент
13	3	1	Спектры ЯМР
14	3	2	Импульсная ЯМР -спектроскопия
15	3	2	ЯМР в диагностике
Итого:		24	

Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены

Лабораторные работы

Таблица 5.2.5

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Наименование лабораторной работы
1	1	2	Определение параметров элементарной ячейки
2	1	2	Качественный рентгенофазный анализ
3	2	4	Определение среднего размера окристаллизованного материала
4	3	2	Определение величин изменения энтальпии и энтропии для процесса таутомерной изомеризации ацетилацетона
5	3	2	Определение величин изменения энтальпии и энтропии для реакции внешнесферной координации метилхлорида
Итого за семестр		12	

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.7

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема	Вид СРС
1	1	6	Рассеивание рентгеновских лучей. Структурный фактор.	Оформление отчетов по лабораторным работам подготовка к коллоквиуму
2	1	5	Полнопрофильный анализ (концентрационные волны).	
3	2	5	Метод радиального распределения атомов	
4	1,2,3	10	Рентгенография/ Анализ структуры нанокристаллических объектов. ЯМР-спектроскопия	
5	1,2,3	10	проработка учебно-методического материала по дисциплине	
Итого за семестр:		36		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: Дискуссии, лекция – визуализация, проблемная лекция.

6. Тематика курсовых работ

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены

8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Теоретический коллоквиум	20
2	Лабораторная работа 1,2	10
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	30
2 текущая аттестация		
1	Теоретический коллоквиум	20
2	Лабораторная работа 3	10
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	30
3 текущая аттестация		
1	Теоретический коллоквиум	20
2	Лабораторная работа 4,5	20
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	40
	ВСЕГО	100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

- Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>

- Цифровой образовательный ресурс – библиотечная система IPR SMART — <https://www.iprbookshop.ru/>

- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» www.studentlibrary.ru
- Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com>
- Образовательная платформа ЮРАЙТ www.urait.ru
- Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU <http://www.elibrary.ru>
- Национальная электронная библиотека (НЭБ)

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства Microsoft Windows, Microsoft Office Professional Plus.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

Обеспеченность материально-технических условий реализации ОПОП ВО

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин, практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
1	2	3	4
1	Спектральные и резонансные методы диагностики	<p>Лекционные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации, Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте, проектор, проекционный экран.</p> <p>Лабораторные и практические занятия: Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации, Учебная лаборатория. Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. проекционный экран – 1 шт., акустическая система (колонки) - 1 шт., микрофон - 1 шт., Документ-камера - 1 шт. Компьютер в комплекте -11 шт., , Коэрцитиметр КИФМ Коэрцитиметр КИМ-1 Вибрационный магнитометр Магнитометр Ф 208 Стенды Вихретоковый дефектоскоп, Станция АЭ Uniscope</p> <p>Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий "Учебно - научная лаборатория.» Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютеры в комплекте - 11 шт., проектор – 1 шт., экран – 1 шт.,</p>	<p>625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул. 50 лет Октября, д. 38, ауд. 332</p> <p>625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул. 50 лет Октября, д. 38, ауд. 322</p> <p>625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул. 50 лет Октября, д. 38, ауд. 104</p>

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин, практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
1	2	3	4
		принтер - 3 шт. Частотомер электронно-счетный вычислительный ЧЗ-64 - 1 шт., Вольтметр электромтр универсальный В7-30 - 1 шт., Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-117 - 2шт. Разрывная машина модель ИР-5047-50 - 1 шт., Селективный нановольтметр тип 23 -3шт., Источник питания ТЕС 23 - 1 шт., Паяльная станция 878 А - 1 шт., Установка ""Электропеч вакуумная"" - 1 шт., Микровеберметр Ф5050 - 1 шт., Весы лабораторные цифровые Shimadzu UW2200Н - 1 шт., Структуроскоп КРМ-Ц-К2 - 1 шт., Константа ТД - 1 шт., Комплект ВИК-1 - 3шт., Дефектоскоп вихретоковый ВЕКТОР - 1 шт., Измеритель концентрации напряжения ИКН-М-2ФП - 1 шт.	

11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям

Пахаруков Ю.В. Введение в резонансную спектроскопию: учебное пособие/ Ю.В. Пахаруков. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2011.-140с.

Пахаруков Ю.В. Рентгеновские методы определения фазового состава в конденсированной среде (учебное пособие) Тюмень :ТюмГНГУ, 2015. – 51 с.

Спектральные и резонансные методы диагностики: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам "Спектральные методы анализа сигналов", "Резонансные методы диагностики изделий" для обучающихся по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение»/ сост. Ю.В. Пахаруков; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: Издательский центр БИК ТИУ 2019. – 39 с.

11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Спектральные и резонансные методы диагностики: методические указания к организации самостоятельной работы и практических занятий по дисциплинам "Спектральные методы анализа сигналов", "Резонансные методы диагностики изделий" для обучающихся по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение»/ сост. Ю.В. Пахаруков; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: Издательский центр БИК ТИУ 2019.– 31 с.

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина Спектральные и резонансные методы диагностики

Код, направление подготовки 12.03.01. Приборостроение

Направленность (профиль) Приборы и методы контроля качества и диагностики

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ПКС-2	ПКС-2.1 Выполняет контроль поступающих материалов, сырья, полуфабрикатов и изделий на соответствие требованиям нормативной документации или конструкторской документации	Знать: (З.1) основы технологических процессов, в которых можно применять ЯМР и рентген для контроля качества	Не знает, как применять ЯМР и рентген в диагностике технологических процессов	Имеет слабое представление о структуре неупорядоченных материалах	Знает основные методы анализа структуры материалов для технологического контроля	Знает в полном объеме основные методы анализа структуры материалов для технологического контроля
		Уметь:(У.1) выполнять контроль качества сырья и изделий методами структурного анализа	Не умеет выполнять контроль качества рентгеновскими методами	Умеет только в некоторых случаях определять структурные нарушения по рентгенограммам	Умеет сконструировать рентгеновское оборудование и выбрать ЯМР диагностику, но не умеет анализировать спектры.	В полном объеме умеет выполнять контроль качества сырья и изделий методами структурного анализа;
		Владеть: (В.1) методами организации работ по контролю качества по данным структурного анализа	Не владеет методами организации работ по контролю качества по данным рентгеновского анализа	Владеет некоторыми методами организации работ по рентгеноструктурному анализу при диагностике	Владеет не в полной мере методами организации и проведение работ рентгеновского анализа и ЯМР спектроскопии	Владеет в полной мере методами организации и проведение работ рентгеновского анализа и ЯМР спектроскопии
ПКС-3	ПКС-3.2 Разрабатывает математические методы обработки первичной информации для выявления диагностических признаков	Знать: (З.2) физические основы разрабатываемого спектрального метода контроля; недостатки существующих методов диагностики оборудования	Не знает физические основы спектрального анализа	Знает стандартные методы спектрального контроля, но не может выделить их недостатки	Знает стандартные методы и может выбрать не стандартное оборудование для выявления несовершенства структуры	Знает не стандартные методы структурного анализа при диагностике оборудования
		Уметь:(У.2) ставить цели и задачи в своей исследовательской деятельности в соответствие с современными требованиями промышленного производства, разбираться в устройстве и принципе работы разрабатываемых методов, приборов и систем	Не умеет ставить цели и задачи в своей исследовательской деятельности в соответствие с современными требованиями промышленного производства, разбираться в устройстве и принципе работы разрабатываемых методов, приборов и систем	Умеет решать предлагаемые задачи, но не может самостоятельно поставить задачу.	Может сформулировать постановку задачи в рамках предлагаемой цели и решить ее	Умеет ставить цели и задачи в своей исследовательской деятельности в соответствие с современными требованиями промышленного производства, разбираться в устройстве и принципе работы разрабатываемых методов, приборов и систем
		Владеть: (В.2) навыками исследовательской работы; способностью рассчитывать структуру объектов контроля по данным спектрального анализа	Не владеет навыками исследовательской работы; не владеет способностью рассчитывать структуру объектов контроля по данным спектрального анализа	Владеет методами расчета структуры объекта по данным спектрального анализа	Частично владеет навыками исследовательской работы; способностью рассчитывать структуру объектов контроля по данным спектрального анализа, но не может выделить причинно-следственные связи	Владеет в поной мере навыками исследовательской работы; способностью рассчитывать структуру объектов контроля по данным спектрального анализа

КАРТА

обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина Спектральные и резонансные методы диагностики

Код, направление подготовки 12.03.01. Приборостроение

Направленность (профиль) Приборы и методы контроля качества и диагностики

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Пахаруков, Ю. В. Введение в резонансную спектроскопию: учебное пособие / Ю. В. Пахаруков; ТюмГНГУ. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. - 140 с.: ил., граф. - Электронная библиотека ТИУ. - URL: https://e.lanbook.com/book/39206	41+ЭР*	30	100	+
2	Пахаруков, Ю. В. Рентгеновские методы определения фазового состава в конденсированной среде: учебное пособие / Ю. В. Пахаруков; ТюмГНГУ. - Тюмень: Вектор Бук, 2015. - 48 с.: рис., табл. - Электронная библиотека ТИУ. - URL: http://webirbis.tsogu.ru/	5+ЭР*	30	100	+
3	Пахаруков, Ю. В. Дефекты в конденсированных средах и проблем старения трубных сталей: учебное пособие / Ю. В. Пахаруков; ТюмГНГУ. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. - 73 с.: ил. - Электронная библиотека ТИУ. - URL: http://webirbis.tsogu.ru/	30+ЭР*	30	100	+

*ЭР – электронный ресурс доступный через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ

<http://webirbis.tsogu.ru/>

Лист согласования

Внутренний документ "Спектральные и резонансные методы диагностики_2023_12.03.01_ПМКБ"

Ответственный: Муратов Камиль Рахимчанович

Дата начала: 11.01.2024 17:44 Дата окончания: 17.01.2024 17:00

Согласовано

Серийный номер ЭП	Должность	ФИО	ИО	Виза	Комментарий	Дата
	Заведующий кафедрой, имеющий ученую степень кандидата наук	Третьяков Пётр Юрьевич		Согласовано		
	Ведущий специалист		Кубасова Светлана Викторовна	Согласовано		
	Директор	Каюкова Дарья Хрисановна		Согласовано		