

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Декан

Ю.Н. РЫЖИХ

28 » 06 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Физические методы исследования композиционных материалов

по направлению подготовки

15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль) подготовки :
Промышленная и специальная робототехника

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2022

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.01.02

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Г.Р. Шрагер

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 20.22

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-11 – Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем;

– ПК-3 – Способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 11.1 Знать алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем.

ИОПК 11.2 Уметь разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем.

ИОПК 11.3 Иметь навыки разработки и применения алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем.

ИПК 3.3 Владеть навыками планирования, организации и проведения вычислительных экспериментов.

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить физические методы исследования материалов, понять принципы работы основных методов исследования материалов и сформировать алгоритмы проведения требуемых исследований для получения конкретной информации о структуре, строении и составе материалов, в зависимости от решаемых задач.

– Научиться применять реальные подходы отдельных методов исследования материалов для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Пятый семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования: «Физика», «Материаловедение и технология композиционных материалов». Студент должен знать: основные термины, понятия, законы, принципы, методы указанных дисциплин.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

-лекции: 28 ч.

-практические занятия: 14 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Введение. Оптические методы исследования материалов.

Краткое содержание темы: Тема посвящена методам оптической микроскопии. Включает в себя рассмотрение таких понятий как строение вещества, строение твердых тел, масштабные уровни структуры, оптическая микроскопия, методы наблюдения (светлого поля, темного поля, в поляризованных лучах, фазового контраста, интерференционная микроскопия, дифференциальная интерференционно-контрастная микроскопия, оптическая металлография, конфокальная микроскопия).

Тема 2. Дифракционный анализ.

Краткое содержание темы: Рассматриваются такие понятия как интерференция и дифракция рентгеновского излучения, пучка электронов или нейтронов, непрерывный и характеристический рентгеновские спектры, преломление рентгеновских лучей, ослабление рентгеновского излучения при прохождении через материал и при дифракционном анализе, поглощение материалами рентгеновского излучения. Уделяется внимание вопросам выбора, фильтрации и монохроматизации излучения. Затрагиваются такие понятия кристаллографии как кристаллическая решетка, пространственная решетка, элементарная ячейка, ячейки Бравэ, а также принятые в кристаллографии и рентгеноструктурном анализе обозначения.

Тема 3. Анализ материалов методом дифракции рентгеновского излучения.

Краткое содержание темы: Рассматриваются рассеяние рентгеновских лучей отдельными атомами, условия Лауэ, формула Вульфа-Брэгга, разрешенные и запрещенные рефлексy, обратная решетка, построение Эвальда, интерференционная функция, факторы, влияющие на интенсивность вторичного луча.

Тема 4. Растровый электронный микроскоп.

Краткое содержание темы: Рассматривается устройство растрового электронного микроскопа, формирование пучка в микроскопе, фокусировка луча.

Тема 5. Регистрация сигналов и прикладная электронная микроскопия.

Краткое содержание темы: Затрагиваются вопросы, связанные с регистрацией сигнала при растровой электронной микроскопии, кратко характеризуются виды детекторов, используемых в микроскопии, уделяется внимание вопросам пробоподготовки.

Тема 6. Анализ материалов методом просвечивающей электронной микроскопии.

Краткое содержание темы: Кратко описывается устройство просвечивающего электронного микроскопа, рассматриваются способы пробоподготовки, характеризуются физические принципы, лежащие в основе методов ПЭМ.

Тема 7. Анализ материалов методами атомно-силовой микроскопии, Рамановской, Оже, рентгенофлуоресцентной и энергодисперсионной спектроскопии.

Краткое содержание темы: Рассматриваются методы атомно-силовой микроскопии, Рамановской, Оже, рентгенофлуоресцентной и энергодисперсионной спектроскопии. Затрагиваются вопросы пробоподготовки и интерпретации результатов, получаемых данными методами.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения устных опросов и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме устного опроса.

Итоговая форма – зачет.

Для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций, применяются следующие контрольные задания и иные материалы:

- отчет по лабораторным работам;
- опрос при отчете по практическим работам.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме устного зачета, заключающегося в отчете студента по лабораторным работам и предусматривает ответы на два вопроса преподавателя при отчете.

Отчет по практическим работам должен содержать цель, задачи исследования, схемы, таблицы, графики, рисунки, подробные выводы

Примеры вопросов для зачета

1. Какие параметры объектов позволяет получить оптическая металлография? Как можно оценить пористость исследуемого объекта по металлографическим изображениям? Объемное/ массовое соотношение фаз. С какими образцами нельзя работать методами оптической металлографии? Какие параметры исследуемых объектов позволяют изучить методы конфокальной микроскопии? Как конфокальная микроскопия применяется в материаловедении/ физике твердого тела?

2. Формула Вульфа-Брэгга. Общая теория дифракции на кристаллической решетке. Понятие обратной решетки. Геометрическая интерпретация дифракции. Сфера Эвальда.

3. Получение изображения в электронном микроскопе и получение дифракционной картины. Дифракционная длина микроскопа. Постоянная прибора.

4. Множители интенсивности. Структурный фактор. Кристалл с базисом. Атомный множитель. Температурный фактор. Множитель поглощения. Множитель повторяемости. Понятие о динамической теории рассеяния рентгеновских лучей. Первичная и вторичная экстинкции.

5. Получение изображения в электронном микроскопе и получение дифракционной картины. Дифракционная длина микроскопа. Постоянная прибора.

6. Метод порошков. Геометрия съемки. Симметричная и асимметричная съемки. Приготовление образцов в методе порошка. Промер рентгенограмм. Поправка на поглощения в образце. Регистрация дифрактометром. Точность определения межплоскостных расстояний. Индексирование рентгенограмм в случае известной и неизвестной ячейки. Учет ошибок. Методы экстраполяции. Графическое индексирование.

7. Формирование изображения в электронном микроскопе. Основные узлы электронного микроскопа.

8. Формирование изображения в электронном микроскопе. Основные узлы электронного микроскопа. Приготовление образцов для электронной микроскопии, сравнение различных методов.

9. Определение типа твердого раствора. Изучение диаграмм состояний.

10. Ядерная гамма-резонансная спектроскопия кристаллов. Основы метода гамма-резонанса. Области применения и задачи, решаемые методом.

11. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Устройство зонда. Интерпретация получаемых результатов.

12. Работа с Рамановскими спектрами. Работа рентгенофлуоресцентного спектрометра. Ошибки при интерпретации энергодисперсионных спектров.

13. Что такое метод Лауэ? Метод порошков. Метод Дебая-Шерера? Метод Зеемана-Болина. Что такое камера Гинье? Что такое щель Соллера и зачем она нужна?

14. Как исследовать монокристаллы методами дифракции рентгеновского излучения? Геометрия «скользящий пучок». Виды кристаллов-монокроматоров. Детектор излучения. Как выбрать? Рентгеновские трубки и их устройство. Как выбрать трубку?

15. Ячейки Бравэ. Координационные числа. О чем говорит общий множитель в индексах Миллера? Как можно определить параметры решетки и объем элементарной ячейки (для всех сингоний), имея лишь рентгеновскую дифрактограмму и условия ее съемки? Индексирование порошковых дифрактограмм.

16. Идентификация фазового состава. Что такое ОКР? Какие виды напряжений существуют и какие из них можно определить методами дифракции рентгеновского излучения?

17. Как определить тип твердого раствора по рентгеновской дифрактограмме? Каким образом можно узнать объемное/ массовое соотношение фаз по РД? Как выполняется прецизионный анализ параметров решетки (на примере кристаллов с высокой симметрией)? Какие физические факторы вносят свой вклад в изменение интенсивности и ширины рентгеновской линии? Какими величинами характеризуется рентгеновский максимум?

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

Максимальное количество баллов за выполнение всех видов работ в течение семестра составляет – 100 баллов.

Критерии итоговой оценки результатов обучения:

- отчет по лабораторной работе – 50 баллов;
- защита отчета, зачет – 50 баллов;

Критерии оценки отчета по практическим работам:

- 50 баллов – отчет по практическим работам содержит цели, задачи исследования, подробное описание этапов выполнения лабораторной работы, подробные выводы.
- От 38 до 50 баллов – отчет по практическим работам содержит цели, задачи исследования, поверхностное описание этапов выполнения лабораторной работы или некоторые непринципиальные ошибки и неточности.
- От 27 до 38 баллов – в отчете не отражено несколько принципиально важных элементов работы, сформулированы поверхностные выводы.
- От 9 до 27 баллов – в отчете допущено несколько ошибок, не отражены принципиально важные элементы работы, сформулированы поверхностные выводы.
- От 0 до 9 баллов – в отчете допущены ошибки, не отражены принципиально важные элементы работы, нет выводов, целей и задач исследования.

Критерии оценки качества ответов на вопросы при защите отчета:

- 50 баллов – содержание вопросов полностью раскрыто, ответы не содержат ошибочных элементов и утверждений.
- От 38 до 50 баллов – в ответах упущены отдельные непринципиальные элементы или допущены непринципиальные ошибки и неточности.
- От 27 до 38 баллов – в ответах не раскрыто несколько принципиально важных элементов вопросов.
- От 9 до 27 баллов – в ответах допущено несколько принципиальных ошибок.
- От 0 до 9 баллов – нет ответов на вопрос или содержание ответов не имеет отношения к поставленным вопросам.

не зачтено		зачтено	
0 – 59 баллов	60 – 73 баллов	74 – 87 баллов	88 – 100 баллов

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <http://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=24738>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий : методы и применение / [Роберт Андерхальт, Поль Анзалоне, П. Роберт Апкарриан и др.] ; под ред. Уэйли Жу и Жонг Лин Уанга ; пер. с англ. С. А. Иванова и К. И. Домкина ; под ред. Т. П. Каминской. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. – 582 с. – Режим доступа ЭБС Лань: https://e.lanbook.com/book/66212#book_name

- Попечителей Е. П. Технические методы диагностики биоматериалов : [учебное пособие] / Е. П. Попечителей. – Старый Оскол : ТНТ, 2014. – 315 с.

б) дополнительная литература:

- Кларк Эшли Р. Микроскопические методы исследования материалов : пер. с англ. / Э. Р. Кларк, К. Н. Эберхардт. — Москва: Техносфера, 2007. — 371 с.;

- Фульц Брент. Просвечивающая электронная микроскопия и дифрактометрия материалов : пер. с англ. / Б. Фульц, Дж. Хау. — Москва: Техносфера, 2011. — 904 с.: ил. — Мир физики и техники. — Библиогр.: с. 805-820.

- Современные методы исследования материалов и нанотехнологий : учебное пособие : (лабораторный практикум) / [М. А. Бубенчиков, Е. Э. Газиева, А. О. Гафуров и др. ; под ред. В. И. Сырямкина]. – Томск : Издательство Том. ун-та, 2010. – 365 с. – URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000395423>

- Зевайль А. Трёхмерная электронная микроскопия в реальном времени / А. Зевайль, Дж. Томас ; пер. с англ. А. В. Сухова. – Долгопрудный : Интеллект, 2013. – 327 с.

- Методы исследования материалов. Структура, свойства и процессы нанесения неорганических покрытий : учебное пособие / Л. И. Тушинский, А. В. Плохов, А. О. Токарев, В. И. Синдеев. — Москва: Мир, 2004. — 384 с.;

- Косенков Владимир Михайлович. Рентгенография в реакторном материаловедении / В. М. Косенков; Ульяновский государственный университет. — 2-е изд., перераб. и доп. — Ульяновск: Изд-во Ульяновского ГУ, 2006. — 168 с.: ил. — Библиогр.: с. 160-167.;

- Синдо Дайзуке. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия : пер. с англ. / Д. Синдо, Т. Оикава. — Москва: Техносфера, 2006. — 253 с.;

- Егорова Ольга Владимировна. Техническая микроскопия. Практика работы с микроскопами для технических целей / О. В. Егорова. — 2-е изд., перераб. — Москва: Техносфера, 2007. — 360 с.;

в) ресурсы сети Интернет:

- SpringerLink [Electronic resource] / Springer International Publishing AG, Part of Springer Science+Business Media. – Electronic data. – Cham, Switzerland, [s. n.]. – URL: <http://link.springer.com/> (Электронный ресурс SpringerLink: <http://link.springer.com/> ;).

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., 2000- . – URL: [http://elibrary.ru/defaultx.asp?](http://elibrary.ru/defaultx.asp?;);
- ScienceDirect [Electronic resource] / Elsevier B.V. – Electronic data. – Amsterdam, Netherlands, 2016. – URL: <http://www.sciencedirect.com/>
- Электронная библиотека ТГУ: <http://www.lib.tsu.ru/ru>

13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
 - Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
 - публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).
 - программа Powder Cell (в открытом доступе)

- б) информационные справочные системы:
 - Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
 - Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
 - ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
 - ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
 - Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
 - ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
 - ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

- в) профессиональные базы данных (*при наличии*):
 - Учебные материалы по курсу кристаллохимия (в свободном доступе) – <http://www.chem.msu.su/rus/lab/phys/crychem/lectures/index.html>
 - открытая база данных (в свободном доступе) – <http://www.crystallography.net/cod/>
 - JP-Minerals (в свободном доступе) – <https://jp-minerals.org/en/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Лаборатории, оборудованные оптическим микроскопом, рентгеновским дифрактометром, растровым электронным микроскопом, просвечивающим электронным микроскопом, рентгенофлуоресцентным спектрометром, конфокальным микроскопом, а также сопутствующим оборудованием для пробоподготовки и проведения исследований (оснащение ТМЦКП ТГУ).

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Химич Маргарита Андреевна, к.т.н., Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, м.н.с./ Национальный исследовательский Томский государственный университет, физико-технический факультет, доцент/ Национальный

исследовательский Томский государственный университет, Томский материаловедческий центр, инженер.