

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан ФТФ

Ю.Н. РЫЖИХ
06 2022 г.



Рабочая программа дисциплины

Экспериментальные методы исследования биомеханических систем

по направлению подготовки

15.04.03 Прикладная механика

Направленность (профиль) подготовки :

Механика биокomпозитов, получение и моделирование их структуры и свойств

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

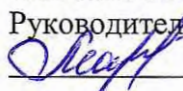
Год приема

2022

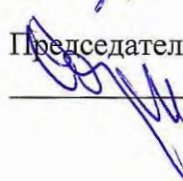
Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.02

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП/ОП

 Е.С. Марченко

Председатель УМК

 В.А. Скрипняк

Томск – 2022

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– УК-3 – Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели;

– ПК-1 – Способен критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты;

– ПК-3 – Готов овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надежности, трению и износу конструкций, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов;

– ПК-4 – Способен применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИУК-3.3 Обеспечивает выполнение поставленных задач на основе мониторинга командной работы и своевременного реагирования на существенные отклонения.

ИПК 1.1 Знать перспективные направления и последние достижения современной науки и техники в области производства объемных материалов, соединений, композитов на их основе и изделий из них.

ИПК 1.2 Знать: современные проблемы прикладной механики, методы планирования научно-исследовательской работы, способы решения научных задач механики, обработки и анализа полученных данных, представления результатов.

ИПК 1.3 Уметь осуществлять сбор, анализ и систематизацию информации по проблеме исследования с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий.

ИПК 1.4 Уметь ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач.

ИПК 1.5 Уметь анализировать, интерпретировать, оценивать, представлять результаты собственных исследований в профессиональном сообществе и защищать результаты выполненного исследования с обоснованными выводами и рекомендациями.

ИПК 3.1 Знать современные методы и средства проведения экспериментальных исследований по динамике, прочности, устойчивости, надежности, трению и износу конструкций.

ИПК 3.2 Уметь овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надежности, трению и износу конструкций.

ИПК 3.3 Уметь обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов.

ИПК 3.4 Владеть навыками использования современных методов и средств проведения экспериментальных исследований, навыками обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов.

ИПК 4.1 Знать физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования, применяемые в процессе профессиональной деятельности.

ИПК 4.2 Уметь применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности.

ИПК 4.3 Владеть навыками применения физико-математического аппарата, теоретических, расчетных и экспериментальных методов исследования, методов математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности.

2. Задачи освоения дисциплины

– Изучить основные структурные методы исследования материалов, способы определения типов кристаллической структуры, способы определения параметров кристаллической структуры, способы качественного и количественного фазового анализа, основные способы подготовки образцов, основные способы расшифровки (индицирования) электронограмм, методы обработки дифрактограмм, методы определения размеров кристаллитов и напряжений;

– Научить определять типы кристаллической структуры материалов, параметры кристаллической структуры, проводить качественный и количественный фазовый анализ материалов, обрабатывать дифрактограммы, определять размеры кристаллитов, анализировать полученные результаты на основе современных информационных технологий;

– Обучить навыкам работы на экспериментальном оборудовании: рентгеновских аппаратах, электронных микроскопах, установках по нагружению образцов, навыкам получения информации из дифрактограмм.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

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

Первый семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 10 ч.

-лабораторные: 44 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Рентгеноструктурный анализ.

Природа рентгеновских лучей, непрерывный и характеристический спектры, природа их возникновения, взаимодействие рентгеновских лучей с веществом, получение

рентгеновских лучей, формула Вульфа-Брэгга, понятие о динамической теории рассеяния рентгеновских лучей, экстинкции.

Тема 2. Применение рентгеноструктурного анализа для исследования материалов

Метод порошков, геометрия съемки, регистрация рентгенограмм, точность определения межплоскостных расстояний, индицирование рентгенограмм в случае известной и неизвестной ячейки, графическое индицирование, задачи, решаемые методом Лауэ, метод вращения монокристалла

Тема 3. Нейтронография

Сравнительная характеристика метода по отношению к рентгенографии, преимущества и недостатки, области применения.

Тема 4. Рентгеноспектральный анализ:

Области применения, методы рентгеноспектрального анализа: эмиссионный, абсорбционный, флуоресцентный, количественный и качественный спектральный анализ.

Тема 5. Электронная микроскопия

Взаимодействие электронов с веществом, формирование изображения в электронном микроскопе, основные узлы электронного микроскопа, разрешающая способность микроскопа, глубина поля и глубина резкости.

Тема 6. Ядерная гамма-резонансная спектроскопия кристаллов

Взаимодействие гамма излучения с веществом, основы метода гамма-резонанса, области применения и задачи, решаемые методом.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости и путем опроса нескольких студентов в течение каждой лекции по материалам предыдущих занятий, путем контроля выполнения лабораторных работ и отчетов по лабораторным работам и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация в первом семестре проводится в виде письменного экзамена и отчетов по лабораторным работам. Экзамен проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух вопросов из разных разделов курса. Вопросы экзамена проверяют сформированность ИПК – 1.1., ИПК– 1.2, ИПК– 3.1., ИПК – 4.1.

Примерный перечень теоретических вопросов:

1. Формула Вульфа-Брэгга. Общая теория дифракции на кристаллической решетке. Понятие обратной решетки. Геометрическая интерпретация дифракции. Сфера Эвальда.
2. Получение изображения в электронном микроскопе и получение дифракционной картины. Дифракционная длина микроскопа. Постоянная прибора.
3. 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.
4. Получение изображения в электронном микроскопе и получение дифракционной картины. Дифракционная длина микроскопа. Постоянная прибора.
5. Экспериментальные методы рентгеноструктурного анализа.
6. Метод порошков. Геометрия съемки. Плоская и цилиндрическая съемка. симметричная и асимметричная съемки. Приготовление образцов в методе порошка. Промер рентгенограмм. Поправка на поглощения в образце. Регистрация дифрактометром. Точность определения межплоскостных расстояний. Индицирование рентгенограмм в случае известной и неизвестной ячейки. Учет ошибок. Методы экстраполяции. Графическое индицирование.

7. Формирование изображения в электронном микроскопе. Основные узлы электронного микроскопа.
8. Экспериментальные методы рентгеноструктурного анализа. Метод Лауэ. Метод вращения монокристалла.
9. Формирование изображения в электронном микроскопе. Основные узлы электронного микроскопа. Приготовление образцов для электронной микроскопии, сравнение различных методов.
10. Применение рентгеноструктурного анализа для исследования материалов.
11. Определение типа твердого раствора. Изучение диаграмм состояний.
12. Ядерная гамма-резонансная спектроскопия кристаллов. Основы метода гамма-резонанса. Области применения и задачи, решаемые методом.

При выполнении лабораторных работ каждый из студентов берет на себя руководство определенным этапом работы. Формирует стратегию командной работы на основе совместного обсуждения целей экспериментального исследования материалов. Организует работу команды с целью исследования структуры материала по предложенной технологии. Обеспечивает выполнение командой поставленных задач на основе мониторинга командной работы и своевременного реагирования на существенные отклонения.

Отчет по командной работе представляет и защищает руководитель определенного этапа выполнения лабораторной работы. Отчет включает цели и задачи этапа проведения лабораторной работы, распределение ответственных за каждую задачу этапа проведения работы, достижение результатов. Защита отчета проверяет сформированность ИУК – 3.3. Отчет по лабораторным работам должен содержать цель, задачи исследования, схемы, таблицы, графики, рисунки, подробные выводы. Защита отчета проверяет сформированность ИПК– 1.3., ИПК– 1.4., ИПК– 1.5., ИПК– 3.2., ИПК– 3.3., ИПК– 3.4., ИПК – 4.2., ИПК – 4.3.

Примерные темы лабораторных работ:

- Лабораторная работа № 1. Устройство и принцип работы оборудования типа ДРОН для получения дифрактограмм.
- Лабораторная работа № 2. Индексирование рентгенограммы. Определение типа решётки Браве и размеров элементарной ячейки.
- Лабораторная работа № 3. Устройство и принцип работы просвечивающего электронного микроскопа.
- Лабораторная работа № 4. Получение электронограмм и их индексирование.

Количество баллов за промежуточную аттестацию определяется как средний балл выставленный за все этапы (экзамен, отчет по командной работе, отчет по лабораторной работе).

Результаты промежуточной аттестации определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и проставляются в зависимости от количества набранных баллов.

Соответствие оценок полученным баллам представлено в таблице:

неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
0 – 59 баллов	60 – 73 баллов	74 – 87 баллов	88 – 100 баллов

Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» свидетельствуют об успешном достижении магистрантами результатов обучения по дисциплине: ИУК – 3.3., ИПК – 1.1., ИПК– 1.2., ИПК– 1.3., ИПК– 1.4., ИПК– 1.5., ИПК– 3.1., ИПК– 3.2., ИПК– 3.3., ИПК– 3.4., ИПК – 4.1., ИПК – 4.2., ИПК – 4.3.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <http://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22412>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) Методические указания по проведению лабораторных работ.
- г) 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. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 601 с.. URL: <https://e.lanbook.com/book/166756>. URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/166756.jpg>
 - Попечителей Е. П. Технические методы диагностики биоматериалов : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Биотехнические системы и технологии" / Е. П. Попечителей. - 2-е изд, стер.. - Старый Оскол : ТНТ, 2018. - 315 с.
- б) дополнительная литература:
 - Брандон Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля : [учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Прикладные математика и физика"] / Д. Брандон, У. Каплан ; пер. с англ. под ред. С. Л. Баженова, с доп. О. В. Егоровой. - М. : Техносфера, 2006. - 377 с.
 - 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.
 - 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. – М. : Мир, 2004. – 384 с.
 - Косенков В. М.. Рентгенография в реакторном материаловедении / В. М. Косенков; Ульяновский государственный университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ульяновск : Изд-во Ульяновского ГУ, 2006. – 168 с.
 - Синдо Д. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия : пер. с англ. / Д Синдо, Т. Оикава. – М. : Техносфера, 2006. – 253 с.
 - Егорова О. В. Техническая микроскопия. Практика работы с микроскопами для технических целей / О. В. Егорова. – 2-е изд., перераб. – М. : 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?;>
 - 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 OneNote, 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.).
– программный комплекс "RENEX" с интерфейсом пользователя и визуализацией результатов для анализа профилей рентгеновских линий., программный комплекс "DRON" с развитым интерфейсом пользователя и визуализацией результатов получения рентгеновских спектров

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:

– Научная электронная библиотека – www.elibrary.ru
– База данных по материаловедению Springer Materials – www.materials.springer.com
– Библиотека журналов издательства John Wiley & Son и др., например, Wiley Online Library – www.onlinelibrary.wiley.com
– Коллекции журналов Sage по естественным, техническим наукам и медицине – www.online.sagepub.com
– Политематическая база данных издательства Elsevier – www.sciencedirect.com.

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 соответствующим оборудованием: просвечивающий электронный микроскоп Philips CM 30 с электронной записью изображения; система с электронным и сфокусированным ионным пучками Quanta 200 3D; рентгеновский дифрактометр Shimadzu XRD 6000; растровый электронный микроскоп Philips SEM 515; оптический металлографический микроскоп Olympus GX-71; комплект оборудования фирмы GATAN для подготовки образцов для просвечивающего электронного микроскопа; хромато-масс-спектрометр Thermo Finnigan TRACE DSQ-EI/250, Настольный оптический микроскоп (модель Carl Zeiss AXIOVERT 40 MAT, сканирующий электронный микроскоп (модель Axia ChemiSEM), рентгенофлуоресцентный спектрометр с SDD детектором (модель X-Calibur), аппарат для растяжения материалов (модель МРНМ-20).

15. Информация о разработчиках

Марченко Екатерина Сергеевна, кандидат физико-математических наук, и.о. зав. кафедрой кафедры прочности и проектирования физико-технического факультета