ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Винник Д. А.
Пользователь: vinnikda
Дата подписания: 23.05.2022

Д. А. Винник

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.01 Рентгенография и микроскопия
для направления 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Перспективные материалы и технологии
форма обучения очная
кафедра-разработчик Материаловедение и физико-химия материалов

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 701

Зав.кафедрой разработчика,
д.хим.н., доц.

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Винник Д. А.
Пользователь: vinnikda
Дата подписания: 23.05.2022

Д. А. Винник

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Ильичев В. Л.
Пользователь: ilichevvl
Дата подписания: 23.05.2022

В. Л. Ильичев

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Цель и задачи изучения дисциплины состоят в углубленном ознакомлении студентов с теорией дифракции излучения на кристаллах и с дифракционными методами исследований, используемыми для исследования структуры и свойств материалов

Краткое содержание дисциплины

Пространственная и обратная решетка кристаллов Условия дифракции излучения на идеальных кристаллах Дифракция на кристаллах с многоатомным базисом. Структурный фактор Факторы, определяющие размер и форму узлов обратной решетки Дифракционные картины поликристаллов Экспериментальные методы получения дифракционных картин Рентгеноструктурный анализ Основы электронной микроскопии

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен участвовать в проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, оформлении результатов исследований в области материаловедения и технологии материалов	Знает: цели и задачи проводимых исследований и разработок в области материаловедения и технологии материалов ;применение рентгенографических и электронно-оптических методов анализа материалов; Умеет: проводить качественные и количественные оценки свойств материалов, устанавливать связи между составом материала и видом рентгенограмм и электронограмм Имеет практический опыт: использования методов рентгенографических и электронно-оптических исследований для построения и анализа моделей технологических процессов , оформлении результатов исследований в области материаловедения и технологии материалов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Материаловедение, Физико-химические исследования процессов и материалов, Кристаллография и минералогия, Физика твердого тела	Физика прочности и механические свойства материалов, Производственная практика, преддипломная практика (8 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Физико-химические исследования процессов и	Знает: :методы исследования, анализа,

материалов	диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессов, протекающих в них., методы и аппаратуру установок для получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях. Умеет: применять методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессов, протекающих в них., применять системный подход для выбира методов исследования применительно к конкретной задаче. Имеет практический опыт: исследования свойств веществ, физических и химических процессов, протекающих в них; оформлении результатов исследований в области материаловедения и технологии материалов, использования выбранных методов исследования для решения поставленных материаловедческих задач
Кристаллография и минералогия	Знает: основные законы кристаллографии , кристаллохимии и минералогии, основные понятия, законы и модели кристаллографии, основы дифракционной кристаллографии Умеет: проводить анализ результатов научно-исследовательских работ по определению свойств материалов с использованием знаний основных законов кристаллохимических фазовых превращений , применять основные законы кристаллохимии для анализа свойств минеральных объектов металлургического производства, обусловленных их кристаллической структурой, химическим и минеральным составом Имеет практический опыт: участия в проведении научно-исследовательских работ с анализом и оформлением результатов кристаллографических исследований в области материаловедения и технологии материалов, расчета параметров реальных кристаллических структур
Физика твердого тела	Знает: природу тепловых, электрических и магнитных свойств твердых тел, а также взаимосвязь между физическими свойствами вещества и его структурным состоянием., закономерности формирования физических и механических свойств металлических и неметаллических материалов Умеет: :осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач и оценке физических свойств металлов и неметаллов., с позиций теоретических положений физики твердого тела и экспериментальных данных научно-исследовательских работ объяснять причины уникальных физических свойств металлических материалов Имеет практический опыт:

	системный подход для решения поставленных задач прогнозирования свойств металлических и неметаллических материалов, участия в проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ , оформлении результатов исследований с анализом и прогнозированием свойств материалов
Материаловедение	Знает: физическую сущность явлений, происходящих в материалах; методы измерения и контроля свойств материалов и изделий из них; основы теории и практики термической и химико-термической обработки конструкционных и инструментальных материалов, принципы модификации металлических и неметаллических материалов и покрытий деталей и изделий,, материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий, их применение; цели и задачи проводимых исследований , структуры и свойств материалов и изделий из них; методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации., :Основные группы и классы современных материалов, их свойств, области применения и принципы выбора эффективных и безопасных технологий их получения и обработки, металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, типовые способы объемного и поверхностного упрочнения ; основы теории и технологии термической и химико-термической обработки Умеет: использовать закономерности фазовых превращений в материалах в расчетах свойств конструкционных и инструментальных материалов,, выбирать методы проведения экспериментов по установлению зависимости между составом , строением и свойствами материалов, назначать способы обработки, обеспечивающие высокую надежность и долговечность изделий; оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, по зависимости между составом , строением и свойствами материалов принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности по способам обработки материалов, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин, выбирать конструкционные и инструментальные материалы, в том числе с использованием информационных технологий для реализации типовых режимов термической и химико-термической обработки, Имеет практический опыт: использования в исследованиях и расчетах знания о

	технологических процессах термической и химико-термической обработки конструкционных и инструментальных материалов и принципов модификации металлических и неметаллических материалов и покрытий деталей и изделий;, проведения экспериментов по установлению зависимости между составом , строением и свойствами материалов, реализовывать на практике способы обработки, обеспечивающие высокую надежность и долговечность изделий; оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии, выбора металлических и неметаллических материалов для деталей машин, приборов и инструмента , в том числе с использованием информационных технологий , - выбора способа и технологического оборудования термической или химико-термической обработки;

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС)	51,5	51,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Самостоятельное решение задач и выполнение расчетов	25	25
Работа с учебно-методической литературой по разделам курса	26,5	26.5
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР

1	Рентгенография	40	12	14	14
2	Электронная микроскопия	8	4	2	2

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Пространственная и обратная решетка кристаллов	2
2	1	Дифракция на кристаллах с многоатомным базисом. Условия. Структурный фактор	1
3	1	Дифракционные картины поликристаллов. Факторы, определяющие размер и форму узлов обратной решетки	2
4	1	Экспериментальные методы получения дифракционных картин. Рентгеновский дифрактометр	2
5	1	Качественный и количественный фазовый анализ	2
6	1	Дифракционное изучение текстуры поликристаллов	2
7	1	Дифракционное исследование дефектов кристаллического строения	1
8	2	Оптическая схема и принцин действия электронного микроскопа. Дифракционные картины в электронном микроскопе.	2
9	2	Сканирующая электронная микроскопия	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Определение пространственных решеток и атомных базисов кристаллических структур. Обратная решетка и доказательства свойств ее векторов	2
2	1	Вывод условий дифракции в обратном и реальном пространстве. Построение Эвальда. Вывод закона Вульфа – Брэгга	2
3	1	Расчет амплитуды рассеяния кристаллом с многоатомным базисом. Расчет структурных факторов	2
4	1	Расчет факторов повторяемости и интегральной интенсивности отражений поликристалла. Моделирование дифракционных картин поликристаллов простейших кубических, тетрагональных и гексагональных кристаллических структур	2
5	1	Анализ погрешности в измерениях межплоскостных расстояний. Выбор оптимальных условий съемки. Экстраполяционная функция. Определение периода решетки по дифрактограммам. Анализ твердых растоворов	2
6	1	Определение количества присутствующих фаз по относительной интенсивности дифракционных отражений.	2
7	1	Анализ аксиальных текстур и текстур проката.	2
8	2	Индицирование электронограмм	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Определение вещества рентгеноструктурным методом	2

2	1	Определение типа и размеров кристаллической решетки вещества	2
3	1	Определение предельной растворимости рентгеновским методом	2
4	1	Качественный фазовый рентгеноструктурный анализ	2
5	1	Количественный фазовый рентгеноструктурный анализ	2
6	1	Фазовый анализ закаленной стали. Определение концентрации углерода по параметрам решетки и степени тетрагональности мартенсита. Определение доли остаточного аустенита.	2
7	1	Рентгеновское изучение текстуры медной проволоки	2
8	2	Индицирование электронограмм	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Самостоятельное решение задач и выполнение расчетов		6	25
Работа с учебно-методической литературой по разделам курса	1. Гинье А. Рентгенография кристаллов. Теория и практика 2. Растровая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микроанализ: учеб. пособие по направлению 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов" и др. направлениям И. Ю. Пашкеев и др.; под ред. Г. Г. Михайлова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2015. - 46 с. ил.	6	26,5

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	6	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №1	1	5	После проведения каждой лабораторной работы студент индивидуально составляет отчет и осуществляет его защиту. В процессе защиты оценивается качество оформления, правильность выводов отчета и студент отвечает на вопросы (2 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности	экзамен

						обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей : - оформление работы соответствует требованиям - 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 2 балл; - выводы второстепенны и недостаточно обоснованы – 1 балл; - правильный ответ на один вопрос – 1 балл Максимальное количество баллов за лабораторную работу – 5.	
2	6	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №2	1	5	После проведения каждой лабораторной работы студент индивидуально составляет отчет и осуществляет его защиту. В процессе защиты оценивается качество оформления, правильность выводов отчета и студент отвечает на вопросы (2 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей : - оформление работы соответствует требованиям - 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 2 балл; - выводы второстепенны и недостаточно обоснованы – 1 балл; - правильный ответ на один вопрос – 1 балл Максимальное количество баллов за лабораторную работу – 5.	экзамен
3	6	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №3	1	5	После проведения каждой лабораторной работы студент индивидуально составляет отчет и осуществляет его защиту. В процессе защиты оценивается качество оформления, правильность выводов отчета и студент отвечает на вопросы (2 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей : - оформление работы соответствует требованиям - 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 2 балл; - выводы второстепенны и недостаточно обоснованы – 1 балл; - правильный ответ на один вопрос – 1 балл Максимальное количество баллов за лабораторную работу – 5.	экзамен
4	6	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №4	1	5	После проведения каждой лабораторной работы студент индивидуально составляет отчет и осуществляет его	экзамен

						защиту. В процессе защиты оценивается качество оформления, правильность выводов отчета и студент отвечает на вопросы (2 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей : - оформление работы соответствует требованиям - 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 2 балл; - выводы второстепенны и недостаточно обоснованы – 1 балл; - правильный ответ на один вопрос – 1 балл Максимальное количество баллов за лабораторную работу – 5.	
5	6	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №5	1	5	После проведения каждой лабораторной работы студент индивидуально составляет отчет и осуществляет его защиту. В процессе защиты оценивается качество оформления, правильность выводов отчета и студент отвечает на вопросы (2 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей : - оформление работы соответствует требованиям - 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 2 балл; - выводы второстепенны и недостаточно обоснованы – 1 балл; - правильный ответ на один вопрос – 1 балл Максимальное количество баллов за лабораторную работу – 5.	экзамен
6	6	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №6	1	5	После проведения каждой лабораторной работы студент индивидуально составляет отчет и осуществляет его защиту. В процессе защиты оценивается качество оформления, правильность выводов отчета и студент отвечает на вопросы (2 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей : - оформление работы соответствует требованиям - 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 2 балл; - выводы второстепенны и	экзамен

						недостаточно обоснованы – 1 балл; - правильный ответ на один вопрос – 1 балл Максимальное количество баллов за лабораторную работу – 5.	
7	6	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №7	1	5	После проведения каждой лабораторной работы студент индивидуально составляет отчет и осуществляет его защиту. В процессе защиты оценивается качество оформления, правильность выводов отчета и студент отвечает на вопросы (2 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей : - оформление работы соответствует требованиям - 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 2 балл; - выводы второстепенны и недостаточно обоснованы – 1 балл; - правильный ответ на один вопрос – 1 балл Максимальное количество баллов за лабораторную работу – 5.	экзамен
8	6	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №8	1	5	После проведения каждой лабораторной работы студент индивидуально составляет отчет и осуществляет его защиту. В процессе защиты оценивается качество оформления, правильность выводов отчета и студент отвечает на вопросы (2 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей : - оформление работы соответствует требованиям - 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 2 балл; - выводы второстепенны и недостаточно обоснованы – 1 балл; - правильный ответ на один вопрос – 1 балл Максимальное количество баллов за лабораторную работу – 5.	экзамен
9	6	Проме-жуточная аттестация	Экзамен	-	6	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Критерии оценивания опроса следующие: Правильный ответ на вопрос - 3 балла; Правильный ответ, содержащий неточности - 2 балла; Неполный ответ - 1	экзамен

						балл; Неправильный ответ или его отсутствие - 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Отлично: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 85 %. Хорошо: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 75 %. Удовлетворительно: рейтинг обучающегося за мероприятие от 60% до 74%. Неудовлетворительно: рейтинг обучающегося за мероприятие меньше 60 %.	

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	К промежуточной аттестации (экзамену) допускаются студенты, у которых зачтены все лабораторные работы. Оценка за промежуточную аттестацию автоматически выставляется по результатам контрольных мероприятий текущего контроля. В случае желания студента повысить рейтинг по дисциплине по сравнению с автоматически выставленным студент вправе прийти на экзамен, где получает билет, содержащий 2 вопроса из банка контрольных вопросов к экзамену по курсу. Время на подготовку ответов на вопросы - 40 минут. За окончательный рейтинг обучающегося по дисциплине принимается максимальный из текущего и рейтинга с учетом баллов за промежуточную аттестацию, рассчитываемого формуле Rd = 0,6Rтек + 0,4Rпа + Rb.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПК-1	Знает: цели и задачи проводимых исследований и разработок в области материаловедения и технологии материалов ;применение рентгенографических и электронно-оптических методов анализа материалов;	+	+	+					+	+
ПК-1	Умеет: проводить качественные и количественные оценки свойств материалов, устанавливать связи между составом материала и видом рентгенограмм и электронограмм				+	+		+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: использования методов рентгенографических и электронно-оптических исследований для построения и анализа моделей технологических процессов , оформлении результатов исследований в области материаловедения и технологии материалов						+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Вегман, Е. Ф. Кристаллография, минералогия, петрография и рентгенография Учебн. пособие для металлург. спец. вузов. - М.: Металлургия, 1990. - 264 с. ил.
2. Растровая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микроанализ [Текст] учеб. пособие по направлению 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов" и др. направлениям И. Ю. Пашкеев и др.; под ред. Г. Г. Михайлова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2015. - 46, [1] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Уманский, Я. С. Рентгенография металлов Учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Физ.-хим. исслед. металлург. процессов" и "Физика металлов" Я. С. Уманский. - М.: Металлургия, 1967. - 235 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Гойхенберг, Ю. Н. Рентгеноструктурный фазовый анализ: учеб. пособие / Ю. Н. Гойхенберг, Д. А. Мирзаев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и фи-зика твердого тела ; ЮУрГУ.- Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 2006, 26.с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Гойхенберг, Ю. Н. Рентгеноструктурный фазовый анализ: учеб. пособие / Ю. Н. Гойхенберг, Д. А. Мирзаев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и фи-зика твердого тела ; ЮУрГУ.- Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 2006, 26.с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронный каталог ЮУрГУ	Гойхенберг, Ю. Н. Дифракционные методы исследования: учеб. пособие к лаб. работам по направлению 150400 "Металлургия" Ю. Н. Гойхенберг ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и физика твердого тела; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 15 с. ил. http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000528417
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Сальников, В.Д. Методы контроля и анализа веществ: рентгенографические методы анализа: лабораторный практикум. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2014. — 55 с. https://e.lanbook.com/
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства	Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение. [Электронный ресурс] : моногр. — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2014. — 600 с. https://e.lanbook.com/

		Лань	
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Буланов, Е. Н. Рентгенография. Физические основы метода и практическое приложение : учебно-методическое пособие / Е. Н. Буланов. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2014. — 49 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/152848. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Полушин, Н. И. Сверхтвердые материалы: рентгенографические, электронно-микроскопические и дериватографические методы исследования сверхтвердых материалов: практикум : учебное пособие / Н. И. Полушин, И. Ю. Кучина, А. Л. Маслов. — Москва : МИСИС, 2014. — 57 с. — ISBN 978-5-87623-796-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/69769. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	230 (1)	Мультимедийный комплекс
Лабораторные занятия	229 (1)	Рентгеновский дифрактометр ДРОН-6
Лекции	230 (1)	Мультимедийный комплекс