

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ ИМ. Л.Ф. ВЕРЕЩАГИНА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ИФВД РАН)

ПРИНЯТО

На Ученом совете ИФВД РАН
Протокол № 6 от 30.11.2020



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Техника высоких давлений»

наименование

Направление подготовки	03.06.01 Физика и астрономия
Направленность (профиль) ООП	«Физика конденсированного состояния» (01.04.07)
Квалификация	«Исследователь. Преподаватель- исследователь»
Форма обучения	очная
Год приема	2020

Москва – 2020

Программа дисциплины «Техника высоких давлений» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «30» июля 2014 г № 876. по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия», с изменениями и дополнениями от 30 апреля 2015 г;

- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 01.04.07 — Физика конденсированного состояния, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от «23» октября 2017 г. № 1027 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени».

Составитель: д.ф.-м.н. Михеенков А.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения аспирантами дисциплины «Техника высоких давлений» является изучение физических явлений в различных средах с высоким давлением, включая работу на прессовом оборудовании. Предполагается освоение фундаментальных закономерностей, связанных с работой в условиях высокого давления.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- формирование базовых знаний в области физики высокого давления как дисциплины, интегрирующей общефизическую и общетеоретическую подготовку физиков и обеспечивающей фундамент знаний в области современных сфер деятельности и нанотехнологий;
- изучение фундаментальных понятий, законов и теорий, относящихся к физике высокого давления, а также методов физических исследований физики высокого давления.

Для достижения задач, поставленных при изучении дисциплины, используется набор методических средств: учебная, учебно-методическая литература, информационные ресурсы библиотеки, электронные курсы и др.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП АСПИРАНТУРЫ

2.1. Учебная дисциплина «Техника высоких давлений» входит в Блок (Обязательные дисциплины) и относится к вариативной части ООП по направлению подготовки 03.06.01 - Физика и астрономия, направленность «Физика конденсированного состояния» (01.04.07). Индекс дисциплины по учебному плану — Б1.В.ОД.3. Дисциплина изучается на 3 курсе.

2.2. Актуальность курса обусловлена большой практической значимостью физических явлений в конденсированных средах и необходимостью создания различного рода устройств и приборов, основанных на использовании явлений в твёрдых телах, гетерогенных структурах и кристаллах. Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах подготовки бакалавров, специалистов или магистров: «Физика», «Химия», «Кристаллография», «Физика твердого тела», «Информатика», «Программирование».

В результате освоения «Техника высоких давлений» обучающийся должен:

Знать:

- основные закономерности формирования высокого давления;
- методы теоретических подходов в описании и изучении явлений в физике высокого давления;
- методы обработки полученных данных;
- принципы анализа взаимосвязи между структурой, условиями образования и свойствами перспективных кристаллических материалов.

Уметь:

- осуществлять сбор, обработку и систематизацию научной информации по заданному направлению профессиональной деятельности, применять для этого современные информационные технологии;
- описывать и качественно объяснять основные состояния в твердом теле;
- применять методы описания кристаллических структур;
- анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований;
- интерпретировать полученные результаты и оформлять их в виде научных публикаций, докладов на конференциях, заявок на изобретения;
- моделировать физические процессы;
- критически анализировать накопленный опыт и совершенствовать свои подходы к изучению свойств вещества.

Владеть:

- опытом понимания качества исследований, относящихся к области техники высокого давления;
- опытом самостоятельного изучения и анализа специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами техники высокого давления;
- навыками понимания качества исследований, относящихся к области техники высокого давления;
- навыками планирования и обработки результатов научного эксперимента;
- навыками работы с информационными ресурсами.

2.3. Основные положения дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при прохождении научно-исследовательской практики и государственной итоговой аттестации.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Техника высоких давлений» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

- универсальных (УК-1, УК-3);
- общефессиональных (ОПК-1);
- профессиональных (ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4).

Таблица 1.
Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
УК-1	ИУК-1.1.1 современные научные достижения в предметной области дисциплины; основные закономерности; основные экспериментальные и теоретические методы изучения дисциплины	ИУК-1.2.1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области дисциплины.	ИУК-1.3.1 приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению научных задач
УК-3	ИУК-3.1.1 об участии в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	ИУК-3.2.1 принимать участие в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	ИУК-3.3.1 готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
ОПК-1	ИОПК-1.1.1 о способности самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей	ИОПК-1.2.1 самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной	ИОПК-1.3.1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей

	профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ПК-1	ИПК-1.1.1 о применении современных и перспективных методов исследования и решении профессиональных задач с учетом мировых тенденций развития области науки в соответствии с направленностью программы	ИПК-1.2.1 самостоятельно проводить научно-исследовательскую работу с применением современных и перспективных методов исследования и решать профессиональные задачи с учетом мировых тенденций развития области науки в соответствии с направленностью программы	ИПК-1.3.1 способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы с применением современных и перспективных методов исследования и решению профессиональных задач с учетом мировых тенденций развития области науки в соответствии с направленностью программы
ПК-2	ИПК-2.1.1 о способности анализировать результаты научных исследований и представлять их в виде докладов, статей, готовности применять на практике навыки составления и оформления научных отчетов и научно-технической документации	ИПК-2.2.1 анализировать результаты научных исследований и представлять их в виде докладов, статей, применять на практике навыки составления и оформления научных отчетов и научно-технической документации	ИПК-2.3.1 способностью анализировать результаты научных исследований и представлять их в виде докладов, статей, готовностью применять на практике навыки составления и оформления научных отчетов и научно-технической документации
ПК-3	ИПК-3.1.1 о способности использовать профессионально-профилированные навыки и знания в области информационных технологий, программного обеспечения и ресурсов сети Интернет для обработки и анализа полученных научных результатов	ИПК-3.2.1 использовать профессионально-профилированные навыки и знания в области информационных технологий, программного обеспечения и ресурсов сети Интернет для обработки и анализа полученных научных результатов	ИПК-3.3.1 способностью использовать профессионально-профилированные навыки и знания в области информационных технологий, программного обеспечения и ресурсов сети Интернет для обработки и анализа полученных научных результатов
ПК-4	ИПК-4.1.1 о планировании и организации	ИПК-4.2.1 планировать и организовывать	ИПК-4.3.1 способностью к планированию и

	теоретических и экспериментальных исследований природы кристаллических и аморфных, неорганических и органических веществ в твердом и жидком состояниях и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях, а также разработка новых экспериментальных методов изучения физических свойств кристаллов	теоретических и экспериментальных исследований природы кристаллических и аморфных, неорганических и органических веществ в твердом и жидком состояниях и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях, а также разрабатывать новые экспериментальные методы изучения физических свойств кристаллов	организации теоретических и экспериментальных исследований природы кристаллических и аморфных, неорганических и органических веществ в твердом и жидком состояниях и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях, а также разработки новых экспериментальных методов изучения физических свойств кристаллов
--	--	--	--

Профессиональные компетенции выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки «Физика и астрономия», направленность «Физика конденсированного состояния» 01.04.07 осваиваются в течение всего периода обучения в рамках дисциплин вариативной части и научно-исследовательской практики независимо от формирования других компетенций, и обеспечивают реализацию обобщенной трудовой функции «Проводить научные исследования и реализовывать проекты». Для того, чтобы формирование профессиональных компетенций было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры, должен:

ЗНАТЬ: физическую, естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, основные тенденции развития физики конденсированного состояния.

УМЕТЬ: осуществлять отбор материала, характеризующего область физики конденсированного состояния, с учетом конкретной научной или технической задачи.

ВЛАДЕТЬ: навыками работы в научном коллективе; приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению задач физики конденсированного состояния.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, в том числе 40 часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 24 часа – лекции, 16 часов – практические, семинарские занятия), 96 часов – на самостоятельную работу обучающихся и 8 часов – на контроль.

Таблица 2.
Структура и содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела, темы	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа (в часах)			Самостоятельная работа	Контроль	Формы текущего контроля успеваемости (по темам) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Л	ПЗ	ЛР			

1	Введение в специальность	5	1-4	2	2		10		участие аспирантов в научных семинарах
2	Методы определения термодинамических свойств веществ, кинетики химических реакций и состава многокомпонентных систем при ВД объемным методом.	5	5-8	2	2		10		представление докладов на научные конференции
3	Аппаратура высокого давления	5	9-11	2	2		10		подготовка научных статей
4	Дифракция в кристаллах	5	12-14	3	1		10		подготовка презентаций по литературе и по теме исследований
5	Дефекты в твердых телах	5	15-17	3	1		8		освоение новых средств автоматизации и компьютеризации выполняемых научных исследований
6	Тепловые свойства твердых тел	6	1-5	2	2		6		участие аспирантов в научных семинарах
7	Электронные свойства твердых тел	6	6-10	2	2		8		представление докладов на научные конференции
8	Магнитные свойства твердых тел	6	11-14	2	1		9		подготовка научных статей
9	Физическая химия высоких давлений	6	15-18	2	1		9		подготовка презентаций по литературе и по теме исследований
10	Типы рентгеновской аппаратуры высокого давления	6	19-22	2	1		9		освоение новых средств автоматизации и компьютеризации выполняемых научных исследований
11	Сверхпроводимость	6	23-25	2	1		7		участие аспирантов в научных семинарах
12	Экзамен	6	26					8	проведение экзамена
ИТОГО				24	16		96	8	ЭКЗАМЕН

Условные обозначения:

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы;

СР – самостоятельная работа по отдельным темам

Таблица 3.
Матрица соотношения разделов, тем учебной дисциплины и формируемых в них компетенций

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции							общее количество компетенций
		УК-1	УК-3	ОПК-1	ПК-1	ПК-2	ПК-3	ПК-4	
<i>Тема 1</i>	<i>14</i>	+	+	+	+	+	+	+	<i>7</i>

Тема 2	14	+	+	+	+	+	+	+	7
Тема 3	14	+	+	+	+	+	+	+	7
Тема 4	14	+	+	+	+	+	+	+	7
Тема 5	12	+	+	+	+	+	+	+	7
Тема 6	10	+	+	+	+	+	+	+	7
Тема 7	12	+	+	+	+	+	+	+	7
Тема 8	12	+	+	+	+	+	+	+	7
Тема 9	12	+	+	+	+	+	+	+	7
Тема 10	12	+	+	+	+	+	+	+	7
Тема 11	10	+	+	+	+	+	+	+	7
Тема 12	8	+	+	+	+	+	+	+	7
Итого	144								

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

5.1 Указания по организации и проведению лекционных, практических (семинарских) и лабораторных занятий с перечнем учебно-методического обеспечения.

Основные формы занятий по дисциплине - лекции и практические занятия.

Лекция представляет собой систематичное, последовательное устное изложение преподавателем определенного раздела учебной дисциплины. Слушание лекции предполагает активную мыслительную деятельность аспирантов, главная задача которых - понять сущность рассматриваемой темы, уловить логику рассуждений лектора; размышляя вместе с ним, оценить его аргументацию, составить собственное мнение об изучаемых проблемах и соотнести услышанное с тем, что уже изучено. И при этом аспирант должен еще успевать делать записи изложенного в лекции материала.

Ведение конспектов является творческим процессом и требует определенных умений и навыков. Целесообразно следовать некоторым практическим советам: формулировать мысли кратко и своими словами, записывая только самое существенное; учиться на слух отделять главное от второстепенного; оставлять в тетради поля, которые можно использовать в дальнейшем для уточняющих записей, комментариев, дополнений; постараться выработать свою собственную систему сокращений часто встречающихся слов (это дает возможность меньше писать, больше слушать и думать).

Сразу после лекции полезно просмотреть записи и по свежим следам восстановить пропущенное, дописать недописанное. Важно уяснить, что лекция - это не весь материал по изучаемой теме, который дается аспирантам для его «зубрежки». Прежде всего, это – «путеводитель» аспирантам в их дальнейшей самостоятельной учебной и научной работе. Практическое занятие - это особая форма учебно-теоретических занятий, которая, как правило, служит дополнением к лекционному курсу. Его отличительной особенностью является активное участие самих аспирантов в объяснении вынесенных на рассмотрение проблем, вопросов. Преподаватель дает возможность аспирантам свободно высказаться по обсуждаемому вопросу и только помогает им правильно построить обсуждение.

Аспиранты заблаговременно знакомятся с планом семинарского занятия и литературой, рекомендуемой для изучения данной темы, чтобы иметь возможность подготовиться к семинару. При подготовке к занятию необходимо: проанализировать его тему, подумать о цели и основных проблемах, вынесенных на обсуждение; внимательно прочитать конспект лекции по этой теме; изучить рекомендованную литературу, делая при этом конспект прочитанного или выписки, которые понадобятся при обсуждении на семинаре; постараться сформулировать свое мнение по каждому вопросу и аргументировано его обосновать.

Практическое занятие помогает аспирантам глубоко овладеть предметом, способствует развитию умения самостоятельно работать с учебной литературой и документами, освоению аспирантами методов научной работы и приобретению навыков научной аргументации, научного мышления. Преподавателю же работа аспирантов на семинаре позволяет судить о том, насколько успешно они осваивают материал курса.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа аспирантов является одним из основных видов учебной деятельности и предполагает изучение вопросов, не вошедших в основной план занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа аспирантов в вузе не менее важна, чем обязательные учебные занятия. Ее успешность во многом определяется тем, насколько умело, рационально сам учащийся сможет организовать свои индивидуальные занятия, насколько регулярными и своевременными они будут.

Задания и методические указания для различных видов самостоятельной работы разрабатываются с учетом её специфики, особенностей изучаемых тем, наличия учебной и методической литературы.

Систематическое освоение аспирантами необходимого учебного материала, своевременное выполнение предусмотренных учебных заданий, регулярное посещение лекционных и практических занятий позволяют подготовиться к успешному прохождению промежуточной аттестации по данной дисциплине.

В ходе самостоятельной работы аспиранты должны осуществлять:

- подготовку к занятиям, включая изучение лекций и литературы по теме занятия (используются лекции и источники, представленные в перечне основной и дополнительной литературы, а также электронные ресурсы);
- выполнение индивидуальных домашних заданий по теме прошедшего занятия;
- подготовку реферата (индивидуальные задания по слабо усвоенным темам), в том числе самостоятельное изучение части теоретического материала по темам, которые заявлены в теме реферата (используются источники, представленные в перечне основной и дополнительной литературы, а также электронные ресурсы).

К самостоятельной работе аспирантов также относятся: чтение основной и дополнительной литературы – самостоятельное изучение материала по рекомендуемым литературным источникам; работа с библиотечным каталогом, самостоятельный подбор необходимой литературы; работа со словарем, справочником; поиск необходимой информации в сети Интернет; конспектирование источников; реферирование источников; составление аннотаций к прочитанным литературным источникам; составление рецензий и отзывов на прочитанный материал; составление обзора публикаций по теме; составление и разработка терминологического словаря; составление библиографии (библиографической картотеки); подготовка к различным формам текущей и промежуточной аттестации (к тестированию, контрольной работе, зачету, экзамену); выполнение домашних контрольных работ; самостоятельное выполнение практических заданий репродуктивного типа (ответы на вопросы, задачи, тесты; выполнение творческих заданий).

Таблица 4.
Содержание самостоятельной работы обучающихся

Номер раз-дела (темы)	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
1	Уравнение состояния вещества	10	<i>Реферат</i>
2	Идеальные и реальные газы	10	<i>Эссе</i>
3	Фазовые переходы, динамика решетки - основные понятия	10	<i>Конспектирование</i>
4	Диаграммы состояния	10	<i>Контрольная работа</i>
5	Многокомпонентные системы при высоких давлениях	8	<i>Реферат</i>
6	Силы химической связи в твердых телах. Общая и описательная кристаллохимия	6	<i>Эссе</i>
7	Калориметрия при высоких давлениях	8	<i>Конспектирование</i>
8	Дефекты в кристаллах, динамика дислокаций, механизмы пластичности	9	<i>Контрольная работа</i>
9	Критическое состояние вещества и закон соответственных состояний	9	<i>Реферат</i>
10	Магнитные свойства твердых тел	9	<i>Эссе</i>
11	Детали и узлы установок высокого давления. Методы измерения температуры в камерах ВД. Сжимаемость газов, жидкостей и твердых тел. Техника высоких давлений при низких температурах	7	<i>Конспектирование</i>

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно

Реферат – продукт самостоятельной работы аспирантов, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Порядок работы над рефератом.

1. Выбор темы.
2. Подбор и изучение литературы.
4. Составление плана реферата.
5. Изложение основного содержания по плану реферата.
6. Оформление и научно-справочный аппарат.

Общий объем работы – 15-30 страниц печатного текста (с учётом титульного листа, содержания и списка литературы) на бумаге формата А4. В тексте должны композиционно выделяться структурные части работы, отражающие суть исследования: введение, основная часть и заключение, а также заголовки и подзаголовки. Реферат должен быть выполнен на одной стороне листа белой бумаги формата А4. Интервал межстрочный – полуторный (1,5). Цвет шрифта – черный. Гарнитура шрифта основного текста – Times New Roman. Кегль (размер шрифта) – 14. Размеры полей страницы (не менее): правое – 30 мм, верхнее, и нижнее, левое

– 20 мм. Формат абзаца: полное выравнивание (по ширине». Отступ красной строки одинаковый по всему тексту, рекомендуется 1,25 см. Страницы должны быть пронумерованы с учётом титульного листа, который не обозначается цифрой. В работах могут использоваться цитаты, статистические материалы. Эти данные оформляются в виде сносок (ссылок и примечаний). Все сноски и подстрочные примечания располагаются на той же странице, к которой они относятся, нумерация сносок устанавливается заново на каждой странице. Размер шрифта для названия главы – 16 (полужирный), подзаголовка — 14 (полужирный). Точка в конце заголовка, располагаемого посередине листа, не ставится. Заголовки не подчёркиваются. Оглавление (содержание) должно быть помещено в начале работы, а список литературы в конце реферата.

Эссе – это средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария соответствующей дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. При написании эссе аспирантам предстоит работать с высказываниями историков и современников о событиях и деятелях отечественной истории. Нужно выбрать одно, которое станет темой эссе. Задача – сформулировать собственное отношение к данному утверждению и обосновать его аргументами. При выборе темы эссе аспирант должен исходить из того, что:

- ясно понимаете смысл высказывания (не обязательно полностью или даже частично быть согласным с автором, но необходимо понимать, что именно он утверждает);
 - можете выразить свое отношение к высказыванию (аргументировано согласиться с автором либо полностью или частично опровергнуть его высказывание);
 - располагаете конкретными знаниями (факты, статистические данные, примеры) по данной теме;
 - владеете терминами, необходимыми для грамотного изложения своей точки зрения.
- При написании работы аспиранту следует руководствоваться следующими критериями:
- обоснованность выбора темы (объяснение выбора темы и задач, которые ставит перед собой в своей работе участник) – 1 балл;
 - творческий характер восприятия темы, ее осмысления – 1 балл;
 - грамотность использования исторических фактов и терминов – 1 балл;
 - четкость и доказательность основных положений работы – 1 балл;
 - знание различных точек зрения по избранному вопросу – 1 балл.

Конспектирование. Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов:

План-конспект – это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.

Текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника.

Свободный конспект – это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.

Тематический конспект – составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то схеме (вопросу). Данный тип конспектирования рекомендуется при подготовке к вопросам семинарского занятия.

Контрольная работа является одной из форм самостоятельного изучения аспирантами программного материала по всем предметам. Её выполнение способствует расширению и углублению знаний, приобретению опыта работы со специальной литературой.

Контрольные работы обычно включают практические задания, тесты, задачи и т.п. Для выполнения контрольной работы аспиранту предлагается один из вариантов заданий, также он получает указания или рекомендации к выполнению контрольной работы в устном

(консультация) или печатном (методическое пособие) виде. Сдача контрольной работы происходит в установленные преподавателем сроки.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

Интерактивная лекция, проблемное изложение, технология «Дебаты».

6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование Интернета в учебном процессе (использование информационного сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ на проверку, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками и т.д.);
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источников информации;
- использование электронной почты преподавателя;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т.д.);
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т.е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс).

6.3. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

- Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Официальный сайт
LAMMPS	http://lammps.sandia.gov/
QUANTUM ESPRESSO	https://www.quantum-espresso.org/
XDS	http://xds.mpimf-heidelberg.mpg.de
Autodock Vina	http://vina.scripps.edu
Pymol	https://pymol.org
Nova PX	https://www.ntmdt-si.com/
АнНа (Анализатор Наночастиц)	https://crys.ras.ru/strukturainstituta/nauchnye-podrazdeleniyawotdelelektronnoj-kristallografii/laboratoriyaelektronografii

- Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы

РИНЦ	https://elibrgru.ru/orgs.asp
Web of Science	http://apps.webofknowledge.com
Scopus	https://www.scopus.com/home.uri
Google Scholar citations	https://scholar.google.ru

IOP Institute of Physics	https://www.io.or
AIP Материалы компании American Institute of Physics	https://www.aip.org/
CASC Материалы издательства EBSCO Publishing, а именно база данных CASC	https://www.ebsco.com/e/ru-ru/products-and-services/research-databases
APS Журналы Американского физического общества база данных APS Online Journals	https://www.aps.org/
IEEE Материалы компании The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc, а именно база дан- ных IEEE/IEL	http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp
RSC материалы Royal Society of Chemistry	http://pubs.rsc.org/
Wiley Материалы компании John Wiley & Sons Ltd., а именно база данных Wiley Journals	http://onlinelibrary.wiley.com/
Inspec Материалы издательства EBSCO Publishing, а именно база данных INSPEC	https://www.ebsco.com/e/ru
ProQuest Материалы компании PROQUEST LLC, а именно база данных Proquest Dissertations and Theses Global	https://www.proquest.com/productsser-vices/pqdtglobal.html
SpringerNature Зарубежные электронные ресурсы издательства, а именно: Springer Journals Springer Protocols Springer Materials Springer Reference zbMATH Nature Journals Nano Database	http://link.springer.com http://www.springerprotocols.com http://materials.springer.com http://link.springer.com/search?facet-gontenttype=%22ReferenceWork%22 http://zbmath.org http://npg.com/ https://nano.nature.com
Elsevier B.V. Science Direct Complete Freedom Collection зарубежные электронные ресурсы издательства Elsevier «Freedom Collection» и коллекция элек- тронных книг «Freedom Collection eBook collection», размещенных на платформе Science Direct	https://www.elsevier.com/

CCDC Cambridge Crystallographic Data Centre зарубежные электронные ресурсы Кембриджского центра структурных данных.	https://www.ccdc.cam.ac.uk/
Scifinder База данных	https://scifinder.cas.org

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «**Техника высоких давлений**» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данной компетенции в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой тем.

Таблица 5
Соответствие разделов, тем дисциплины, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение в специальность	УК-1, УК-3, ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	Контрольная работа №1, эссе, реферат.
2	Методы определения термодинамических свойств веществ, кинетики химических реакций и состава многокомпонентных систем при ВД объемным методом.	УК-1, УК-3, ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	Тест №1, эссе, реферат.
3	Аппаратура высокого давления	УК-1, УК-3, ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	Контрольная работа №2, эссе, реферат.
4	Дифракция в кристаллах	УК-1, УК-3, ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	Тест №2, эссе, реферат.
5	Дефекты в твердых телах	УК-1, УК-3, ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	Контрольная работа №3 эссе, реферат.
6	Тепловые свойства твердых тел	УК-1, УК-3, ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	Тест №3, эссе, реферат.
7	Электронные свойства твердых тел	УК-1, УК-3, ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	«Круглый стол» по теме, эссе, реферат.
8	Магнитные свойства твердых тел	УК-1, УК-3, ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	Контрольная работа №4 эссе, реферат.

9	Физическая химия высоких давлений	УК-1, УК-3, ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	Тест №4, эссе, реферат.
10	Типы рентгеновской аппаратуры высокого давления	УК-1, УК-3, ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	«Круглый стол» по теме, эссе, реферат.
11	Сверхпроводимость	УК-1, УК-3, ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	Контрольная работа №5 эссе, реферат.

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 6
Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 7
Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, не способен применить знание теоретического материала при выполнении заданий, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Определение понятия "давление". Единицы измерения давления. Способы создания гидростатических и квазигидростатических высоких давлений (ВД) с одновременным приложением напряжения сдвига. Методы получения динамических давлений. Принцип мультипликации и его использование для создания высоких давлений.

Методы создания высоких давлений при комнатной и высоких температурах. Сжатие газов и жидкостей с помощью компрессоров и мультипликаторов. Установки ВД сжатия твердых веществ. Многопоршневые аппараты. Особенности работы различных типов камер ВД типа "наковальня с лункой" (НЛ). Изучение реального распределения давления. Проблема измерения давления при высокой температуре. Градиент давления и температур в камерах типа НЛ. Распределение температуры в ячейках твердофазового синтеза. Влияние изменения агрегатного состояния образца на распределение давления и температуры в ячейке.

Детали и узлы установок высокого давления, основные требования Виды уплотняющих устройств. Принцип работы и устройство запорных, перепускающих и регулировочных вентилях. Высокопрочные капиллярные трубки на давление до 25 кбар и узлы их соединения. Устройство электровводов для сосудов ВД. Способы перемешивания при высоких гидростатических давлениях. Методы отбора проб при высоких давлениях. Конструкции различных устройств для достижения мегабарных давлений на основе алмазных наковален. Конструкции оптических окон.

Методы измерения температуры в камерах ВД. Влияние давления на ЭДС термопар. Методы измерения высоких и сверхвысоких давлений. Абсолютные жидкостные и поршневые манометры для измерения небольших перепадов давлений. Относительные манометры. Измерение давления в алмазных камерах.

ДТА при высоких квазигидростатических давлениях. Особенности сборки ячеек и способов их нагрева и подготовка образцов для ДТА. ДТА при высоких гидростатических давлениях. Количественный ДТА, в том числе при высоких давлениях. Случай, химически активной среды, передающей давление.

Сжимаемость газов, жидкостей и твердых тел. Изучение сжимаемости, фазовых превращений и химических реакций при высоких давлениях объемным методом. Методы определения сжимаемости газов и жидкостей. Измерение пьезометрами постоянной емкости. Измерение сжимаемости пьезометрами переменной емкости при постоянном количестве вещества. Сильфонная методика. Пьезометр с подвижным поршнем. Смешанные методы. Определение сжимаемости с помощью "гидростатического взвешивания". Установка Стишова. Метод вытеснения. Измерение сжимаемости твердых тел. Анизотропия сжимаемости твердых тел. Метод определения линейного сжатия твердых тел. Дифференциальный метод и области его применения. Метод смещения поршня. Измерение сжимаемости твердых тел при давлениях свыше 100 кбар. Методы измерения смещения поршня в сосуде высокого давления с помощью трансформаторных, потенциометрических и конденсаторных датчиков. Выбор различных методов в зависимости от исследуемого интервала температур и давлений.

Методы определения термодинамических свойств веществ, кинетики химических реакций и состава многокомпонентных систем при ВД объемным методом. Аналитические выражения для описания экспериментальных P , V - изотерм. Методы измерения электропроводности различных веществ при ВД. Калибровка по давлению камер ВД по скачкам электропроводности. Изучение фазовых переходов в веществах по аномалиям электропроводности.

Техника высоких давлений при низких температурах. Установка Лазарева и Кана. Метод ледовой бомбы. Среды, передающие давление при температурах до 4,2 К. Метод фиксирующего зажима. Мультипликаторы конструкции Ицкевича и Брандта. Конструкционные материалы применяемые для низкотемпературных камер высокого давления. Методы измерения высокого

давления при низких температурах. Особенности измерения объемных свойств веществ при сверхнизких температурах. Установки для изучения сверхпроводимости.

Калориметрия при высоких давлениях. Возможность сканирования по давлению и температуре. Конструкция установки. Возможности и ограничения метода. Максимально достижимые интервалы по давлению и температуре. Измерение теплоемкости при высоких давлениях. Исследование ЯМР и ЭПР под давлением. Ячейки для исследования спектров- электронного резонанса при гидростатических давлениях.

Типы рентгеновской аппаратуры высокого давления. Газовая камера для рентгеновских исследований под давлением. Рентгеновские камеры типа поршень-цилиндр, специфические условия эксплуатации, качество рентгенограмм, недостатки камер подобного типа. Рентгеновская камера "алмазные наковальни". Техника эксперимента с применением алмазных камер.

Вопросы по промежуточной аттестации

1. Дайте определение понятия "давление"
2. Назовите Способы создания гидростатических и квазигидростатических высоких давлений (ВД) с одновременным приложением напряжения сдвига
3. В каких единицах измеряется давление?
4. Назовите основные методы получения динамических давлений
5. На каких явлениях основано действие ионизирующего излучения?
6. Определите понятие «Поглощаемая доза»
7. В каких единицах измеряется доза гамма-излучения?
8. Для чего предназначен прибор рентгенометр?
9. Назовите основные узлы рентгенометра
10. Как рассчитать поток излучения?
11. В каких единицах измеряется поток излучения?
12. Чем обусловлена высокая проникающая способность рентгеновского излучения?
13. Перечислите типы рентгеновской аппаратуры высокого давления?
14. По каким признакам производится классификация рентгеновских трубок?
15. Как устроены анод и катод трубки?
16. Опишите принцип работы рентгеновской трубки
17. Что такое ток насыщения?
18. Как определяется предельная мощность?
19. Приведите электрические характеристики рентгеновских трубок
20. Охарактеризуйте тормозной и характеристический спектры
21. Разъясните, что такое K - и L - серии линий характеристического спектра
22. Определите понятие «потенциал возбуждения»
23. Приведите классификацию рентгеновских аппаратов по способу регистрации дифрагированного излучения
24. Перечислите основные узлы дифрактометра общего назначения
25. Опишите ход лучей в дифрактометре
26. В чем заключается фокусировка по Бреггу-Брентано?
27. Назовите основные узлы аппарата рентгеноструктурного УРС-2.0
28. Что такое атомная амплитуда рассеяния?
29. Что такое атомный фактор рассеяния?
30. Почему каждое кристаллическое вещество имеет индивидуальную дифракционную картину?
31. Проанализируйте уравнение Вульфа-Бреггов
32. От чего зависит относительная интенсивность дифракционных максимумов?

33. Что такое фактор повторяемости?
34. Определите понятие «фаза»
35. Назовите преимущества рентгеновского метода исследования вещества
36. Охарактеризуйте чувствительность фазового анализа
37. Каким образом чувствительность зависит от размера кристаллитов?
38. Обоснуйте выбор типа излучения и материала фильтра
39. Для чего нужен фильтр?
40. Каким образом проводится линия фона на рентгенограмме?
41. Как рассчитать погрешность определения межплоскостных расстояний?
42. Что представляет собой дифракционная картина в фотометод?
43. Приведите формулы расчета Брегговского угла и коэффициента К
44. Опишите устройство камеры Дебая-Шеррера
45. С какой целью определяют ориентировку кристалла?
46. Определите понятие «лауэграмма».
47. Как происходит дифракция рентгеновских лучей на монокристаллах?
48. Что называют зоной кристаллографических плоскостей?
49. Что такое зональные кривые?
50. Какие кристаллографические проекции Вы знаете?
51. Как получить полярный комплекс?
52. Что такое полюсная фигура?
53. Охарактеризуйте дифракционные картины, получающиеся при рассеянии лучей кристаллами с объемно-центрированной и примитивной кубической ячейками.
54. Определите понятие элементарная ячейка.
55. Расскажите о структурной амплитуде и структурном факторе.
56. Расскажите о правилах погасания.
57. В чем заключается процесс индифференцирования?
58. Что характеризуют квадратичные формы?
59. Что такое параметры элементарной ячейки?
60. Какие способы определения угла дифракции Вы знаете?
61. Как определяется плотность вещества рентгеновским методом?

Задания

Вопрос №1

Крупные одиночные кристаллы называются

- а) монокристаллами
- б) поликристаллами

Вопрос №2

Твёрдые тела делятся на две группы:

- а) анизотропные и аморфные
- б) кристаллические и аморфные

Вопрос №3

К аморфным телам относятся:

- а) металлы
- б) пластмасса

Вопрос №4

К кристаллам относятся:

- а) крупинки сахара
- б) стекло

Вопрос №5

Деформации, которые полностью исчезают после снятия деформирующих факторов, называют

- а) пластическими
- б) упругими

Вопрос №6

Деформации, которые не исчезают при снятии деформирующих факторов являются -

- а) пластическими
- б) упругими

Вопрос №7

У каких материалов отсутствует область упругих деформаций

- а) воск, глина, пластилин
- в) стекло, медь, железо

Вопрос №8

Свойство разрушения при небольших деформациях называется

- а) прочностью
- б) хрупкостью

Вопрос №9

Переход тела из твёрдого состояния в газообразное минуя жидкое называется

- а) сублимацией
- б) десублимацией

Вопрос №10

Молярная теплоемкость кристалла при высоких температурах:

- а) не зависит от температуры и равна $3R$
- б) пропорциональна температуре
- в) изменяется как квадрат температуры
- г) изменяется как куб температуры

Вопрос №11

Модель Дебая состоит в:

- а) представлении акустических волн в кристаллической решетке в виде идеального газа фононов
- б) линеаризации дисперсионной зависимости $\omega(k)$
- в) ограничении максимальной частоты волн в кристаллической решетке значением, соответствующей температуре Дебая

Вопрос №12

Согласно классической теории теплоемкости твердого тела молярная теплоемкость:

- а) уменьшается с уменьшением температуры
- б) увеличивается с уменьшением температуры
- в) не зависит от температуры
- г) зависит от химического состава вещества

Вопрос №13

Теплоемкость твердых тел при низких температурах, согласно эксперименту, изменяется с температурой:

- а) по экспоненциальному закону
- б) по кубическому закону
- в) по закону « $1/2$ »
- г) не изменяется

Вопрос №14

Какая квантовая теория теплоемкости твердого тела наиболее точно согласуется с экспериментом?

- а) теория Эйнштейна
- б) теория Дебая
- в) фононная теория
- г) теория Борна

Вопрос №15

Почему свободные электроны в металлах не вносят вклад в теплоемкость при комнатных температурах?

- а) т.к. они остаются «вырожденными» вплоть до температур плавления
- б) т.к. «экранируются» кристаллической решеткой
- в) т.к. подчиняются принципу Паули
- г) т.к. повышение температуры оказывает влияние только на электроны, находящиеся вблизи уровня Ферми

Вопрос №16

Почему температура Дебая для кристаллов из атомов, обладающих сходными химическими свойствами и структурой, убывает с увеличением атомного номера?

- а) температура Дебая пропорциональна ω_{max} максимальной частоте акустической ветви, а $m \propto Y \omega_{\text{max}}^{-3}$, где Y – упругость связи, m – масса атома
- б) температура Дебая зависит от числа атомов в единице объема, а эта величина уменьшается с увеличением их массы
- в) с увеличением атомного номера увеличивается число электронов в атоме
- г) нет правильного ответа

Вопрос №17

Какие ученые открыли первое соединение из класса высокотемпературных сверхпроводящих купратов $\text{La}_{2-x}\text{Ba}_x\text{CuO}_4$?

- а) Карл Мюллер
- б) Иджима
- в) Н.Н. Боголюбов
- г) М.А. Купер
- д) Георг Бернорц

Вопрос №18

Какие сверхпроводники были открыты в 2008 году?

- а) интерметаллиды;
- б) органические сверхпроводники;
- в) сверхпроводящие пниктиды и селениды;
- г) нет правильного ответа.

Вопрос №19

Органические сверхпроводники были открыты?

- а) 1966
- б) 1985
- в) 2001
- г) 2008

Вопрос №20

В сверхпроводниках типа свинца электроны связываются в Куперовские пары

- а) посредством обмена виртуальными фотонами
- б) посредством обмена виртуальными фононами
- в) за счет магнитного взаимодействия электронных спинов
- г) посредством обмена парой экситонов

Вопрос №21

Какое из нижеприведенных утверждений является ложным:

- а) в присутствии магнитного поля сверхпроводник ведет себя как идеальный диамагнетик
- б) существует критическое магнитное поле, разрушающее сверхпроводимость
- в) в случае сверхпроводника 2-го рода магнитное поле проникает в образец в виде отдельных нитей, окруженных линиями тока
- г) аномальные магнитные свойства сверхпроводника 2-го рода можно качественно объяснить, если принять, что его поверхностная энергия положительна
- д) существует критический ток, разрушающий сверхпроводимость

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В ИФВД РАН действует балльно-рейтинговая система оценки учебных достижений аспирантов (БАРС). Успешность изучения каждого учебного курса в течение семестра оценивается, исходя из 100 максимальных возможных баллов. По дисциплине, итоговой формой отчетности для которой является экзамен, балльная оценка распределяется на две составляющие: семестровую (текущий контроль по учебной дисциплине в течение семестра) – 50 баллов, и экзаменационную – 50 баллов. В итоге суммарный рейтинговый балл освоения учебного курса за семестр на экзамене переводится в 4-балльную оценку, которая считается итоговой по учебному курсу в течение семестра и заносится в зачетную книжку аспиранта.

Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по учебному курсу

Сумма баллов по дисциплине	Оценка по 4- балльной шкале
90-100	5 (отлично), (зачтено)
85- 89	4 (хорошо), (зачтено)
75- 84	
70-74	
65-69	3 (удовлетворительно), (зачтено)
60-64	
Ниже 60 баллов	2 (неудовлетворительно), (не зачтено)

Преподаватель, реализующий дисциплину, в зависимости от уровня подготовленности обучающихся может использовать иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Основная литература:

1. Булычёв Б.М., Ступников В.А. Высокие давления в химии: через алмаз к высокотемпературным сверхпроводникам. М.: ТЕХНОСФЕРА, 2019. – 168 с.
2. Булычёв Б.М., Ступников В.А. Высокие давления в твердофазном синтезе веществ и материалов. - Москва: Техносфера, 2018. - 157 с.
3. Зуев Л.Б. Автоволновая пластичность локализации и коллективные моды. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2018. – 208 с.
3. Физика конденсированного состояния, Учебное пособие. Байков Ю.А., Кузнецов В.М. Издательство Бином. Лаборатория знаний, 2019. — 293 с.
4. Павлов П. В., Хохлов А. Ф. «Физика твердого тела»: Учебник. Изд. 4-е. — М.: ЛЕНАНД. 2016. — 496 с.
5. Ландау Л.Д., Ахиезер А.И., Лифшиц Е.М. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика. Добросвет. Издательство «КДУ». Москва, 2017.
6. Наука и жизнь: моя конвергенция. Избранные научные труды. М.В. Ковальчук. Москва, ИКЦ «Академкнига». Том 2. 2018 г.
7. Теоретическая физика. В 10-и томах. Том 5. Статистическая физика. В 2-х частях. Часть 1. Учебное пособие. Гриф МО РФ. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Издательство Физматлит, 2019. — 293 с.
8. Теоретическая физика. Учебное пособие. В 10-и томах. Том X: Статистическая физика, Часть 2: Теория конденсированного состояния. Гриф МО РФ Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Издательство Физматлит, 2016 — 44 с.
9. Дифракционный структурный анализ. А.С. Илюшин, А.П. Орешко. М.: физический факультет МГУ, Издательский дом «Крепостновъ», 2017 — 616 с.
10. Фокусировка фононов и фононный транспорт в монокристаллических наноструктурах / И. Г. Кулеев, И. И. Кулеев, С. М. Бахарев, В. В. Устинов. - Екатеринбург: ИФМ УрО РАН, 2018. - 254 с
11. Хельтье Х.-Д. Молекулярное моделирование: теория и практика / Х.-Д. Хельтье, В. Зиппль, Д. Роньян, Г. Фолькерс. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019. — 318 с.

б) Дополнительная литература:

1. Безуглов Н. Н. Проявления "динамического хаоса" в реакциях с участием ридберговских состояний. Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, сор. 2017. - 111 с.
2. Булычев Борис Михайлович. Высокие давления в твердофазном синтезе веществ и материалов / Булычев Б.М., Ступников В.А. — М.: Техносфера, 2018. — 157 с.
3. Вайнштейн Б. К. Кристаллография и жизнь. Москва: Физматлит. 2017 г.
4. Стишов С. М. Фазовые переходы для начинающих. Институт физики высоких давлений РАН. - Изд. 2-е. - Троицк: Тривант, 2017. – 105 с
5. Блинов Л. М. Жидкие кристаллы Структура и свойства Издательство Либроком, 2016. - 484 с.
6. Кристаллология. Основные представления о кристаллах, кристаллических веществах и методах их изучения. Задачи по геометрической кристаллографии и анализ их решений. Завьялов Е.Н. Издательство Книжный дом «Университет» (КДУ), 2016 — 314 с.
7. Фейнман Ричард Ф., Лейтон Роберт Б., Сэндс Мэтью Фейнмановские лекции по физике: Вып. 1, 2: Современная наука о природе. Законы механики. Пространство. Время. Движение: Учебное пособие. Пер. с англ./Под ред. Я.А. Смородинского. изд. 11-е. - М.: УРСС: книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2018. – 448 с.
8. Фейнман Ричард Ф., Лейтон Роберт Б., Сэндс Мэтью Фейнмановские лекции по физике: Вып.3: Излучение. Волны. Кванты: Учебное пособие. Пер. с англ./Под ред. Я.А. Смородинского. Изд. 10-е. — М.: УРСС: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2019. — 256 с.

9. Ремпель А. А. Нестехиометрия в твердом теле. - Москва: Физматлит, 2018. - 636 с.
10. Фейнман Ричард Ф., Лейтон Роберт Б., Сэндс Мэтью Фейнмановские лекции по физике: Задачи и упражнения с ответами и решениями к вып. 14: Учебное пособие. Пер. с англ./Под ред. и с предисл. А.П. Леванюка. Изд. 9-е. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2019. — 280 с.; Задачи и упражнения с ответами и решениями к вып. 5-9: Учебное пособие. Пер. с англ. Под ред. А.П. Леванюка. Изд. 9-е. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2020. — 272 с.
11. Десятая Международная Конференция "Фазовые превращения и прочность кристаллов": сборник тезисов: [тезисы X Международной конференции ФППК-2018, посвященной памяти академика Г. В. Курдюмова] / Российская Академия наук [и др.]; под редакцией д.ф.-м.н Б. Б. Страумала. - Черноголовка, 2018. - 194 с.

в) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для освоения дисциплины

LAMMPS	http://lammps.sandia.gov/
QUANTUM ESPRESSO	https://www.quantum-espresso.org/
XDS	http://xds.mpimf-heidelberg.mpg.de
Autodock Vina	http://vina.scripps.edu
Pymol	https://pymol.org
Nova PX	https://www.ntmdt-si.com/
АнНа (Анализатор Наночастиц)	https://crys.ras.ru/strukturainstituta/nauchnye-podrazdeleniyawotdelelektronnoj-kristallografii/laboratoriyaelektronografii

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Необходимое оборудование для лекций и практических занятий:

При выполнении лабораторных работ используются компьютеры с характеристиками ниже Pentium 4 - 3Гц/512Мб/80ГБ с 17-дюймовыми мониторами, объединенные в локальную сеть, подключенную через сеть ИФВД РАН к Интернет. Для получения необходимой информации используются Web-ресурсы Интернет и локальная библиотека электронных материалов.

Аудитории, оснащенные компьютером с проектором, обычной доской - для проведения семинаров, лекционных и практических занятий.

Перечень оборудования:

1. Гидравлические прессы усилием 5000 и 10000 тонн с камерами «Тороид-10», «Тороид-15», «Тороид-35» для синтеза при высоких температурах и давлениях
2. Установка для высокотемпературной газовой экструзии при высоком газовом давлении до 0.5 ГПа
3. Установка для измерения микро-рамановских и микро-фотолюминесцентных спектров со сверхвысоким разрешением
4. Специализированный спектрометр VUKAP
5. Спектрометр высокоточный с эффективными четырьмя сцинтилляционными детекторами с кристаллом LaBr₃(Ce) с фотоэлектронными умножителями Hamamatsu R13089
6. Измерительная система физических свойств (PPMS), которая позволяет проводить измерения электросопротивления и теплоемкости веществ в области температур от 2 до 400 К
7. Инфракрасный спектрометр «BRUKER»
8. Сканирующий электронный микроскоп JEOL JSM-6390LV с энергодисперсионной приставкой для микроанализа INCA 250 (Oxford Instruments)
9. Рентгеновские дифрактометры DRON-2.0

10. Рентгеновская Гинье камера (Imaging Plate Guinier Camera G670, Huber, Germany)
11. Рентгеновский дифрактометр на базе Imaging Plate MAR345
12. 96-ядерный вычислительный кластер "Азбука"
13. Муфельная печь для спекания деталей ячеек высокого давления при температурах до 1800 °С
14. Шаровая мельница
15. Аналитические весы GR-200
16. Аналитические весы AL 304-IC
17. Функциональный генератор Tektronix AFG 3251
18. Осциллограф Agilent Technologies