

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.
Н.И. Лобачевского»**

Физический факультета

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО

Решением ученого совета ННГУ

протокол от

«31» мая 2023 г. №6

Рабочая программа дисциплины

Введение в физическое материаловедение. Химическая связь и строение материалов

(наименование дисциплины)

Уровень высшего образования

Бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

03.03.02 - Физика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Профиль образовательной программы

Физика конденсированного состояния

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

Бакалавр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

Очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород - 2023

1. Место и цели дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Введение в физическое материаловедение. Химическая связь и строение материалов» (Б1.В.1.ДВ.02.02) относится к дисциплинам выбора части ООП, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина преподается на третьем году обучения, в 6 семестре.

Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Характеристика дисциплины
Блок 1. Дисциплины (модули). Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.1.ДВ.02.02 относится к дисциплинам выбора ООП направления подготовки 03.03.02 Физика

Целями освоения дисциплины являются:

- познакомить студентов с основными понятиями и методами физического материаловедения и химии твердого тела, научить использовать эти знания для решения задач, возникающих перед специалистами-материаловедами;
- познакомить студентов с особенностями электронного строения и химических связей в наиболее широко распространенных конструкционных материалах, а также дать представление о влиянии электронного строения и химических связей на свойства конструкционных материалов;
- познакомить студентов с основными методами исследований структуры и физико-механических свойств металлов и сплавов;
- научить описывать фазовые превращения, протекающие в сталях при различных видах термической обработки, а также дать основные представления о влиянии состава и параметров микроструктуры сталей на их физико-механические и эксплуатационные свойства;
- выработать первичные навыки эффективной практической работы в современном исследовательском оборудовании;
- выработать первичные навыки анализа экспериментальных результатов, получаемых при исследовании сложных физических диффузионно-контролируемых процессов (фазовых превращений, протекающих в сталях).

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1. Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	ПК-1.1 Демонстрация способности использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	<u>Знать:</u> 31: Знать основные закономерности в строении атомов и типах химической связей. 32: Знать основные закономерности фазовых превращений в твердых телах, и основные уравнения, описывающие данные	Контрольные вопросы Контрольные вопросы

		процессы. 33: Знать основные разделы физики конденсированного состояния, физического материаловедения и смежных дисциплин, формирующих фундаментальную научно-образовательную базу, необходимую для решения задач в области физического материаловедения.	Контрольные вопросы
		34: Знать методы физических исследований, необходимые для получения новых знаний и решения задач в области материаловедения.	Контрольные вопросы
		35: Знать основы материаловедения, необходимых используемые для решения практических задач, в том числе: - строение атома и типы химической связи в материалах; - основные физико-механические свойства материалов, методы их классификации; - основные принципы построения диаграмм состояния сталей, а также основные подходы к описанию фазовых превращений в металлах и сплавах; - основные принципы термической обработки сталей; - основные типы структур и фаз, образующихся в сталях при их термической обработке; - принципы коррозионно-стойкого и жаростойкого легирования сталей и сплавов.	Контрольные вопросы
		36: Знать основы методов металлографического анализа состава и параметров микроструктуры сталей и принцип работы металлографического микроскопа.	Контрольные вопросы
		37: Знать основы метода измерения микротвердости сталей и принцип работы микротвердомера.	Контрольные вопросы

		<p><u>Уметь:</u></p> <p>У1: Уметь использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания о строении материалов, в том числе – электронной структуре, химическом и фазовом составе новых материалов.</p> <p>У2: Уметь осуществлять обоснованный выбор моделей физики конденсированного состояния и смежных наук для описания процессов, происходящих в металлах, сплавах и керамиках.</p> <p>У3: Уметь использовать специализированные знания в области физики конденсированного состояния, физического материаловедения и смежных дисциплин для обоснования выбора оптимального способа решения поставленных задач.</p> <p>У4: Уметь использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания о строении материалов, в том числе – электронной структуре, химическом и фазовом составе новых материалов.</p> <p>У5: Уметь осуществлять обоснованный выбор моделей физики конденсированного состояния и смежных наук для описания процессов, происходящих в металлах, сплавах и керамиках.</p> <p>У6: Уметь использовать специализированные знания в области физики конденсированного состояния, физического материаловедения и смежных дисциплин для обоснования выбора оптимального способа решения поставленных задач.</p> <p>У7: Уметь решать практические задачи, связанные с анализом</p>	<p>Задачи Отчет по лабораторной работе</p> <p>Контрольные вопросы Отчет по лабораторной работе</p> <p>Контрольные вопросы Задачи Отчет по лабораторной работе</p> <p>Контрольные вопросы Задачи</p> <p>Контрольные вопросы Задачи Отчет по лабораторной работе</p> <p>Задачи Отчет по лабораторной работе</p> <p>Задачи</p>
--	--	--	---

		<p>диаграмм состояний сплавов.</p> <p>У8: Уметь сопоставлять физико-механические свойства материалов с параметрами их микроструктуры и фазовым составом.</p> <p>У9: Уметь обосновывать выбор оптимальных режимов термической обработки сталей.</p> <p><u>Владеть:</u></p> <p>В1: Владеть навыком использования базовых естественнонаучных знаний о строении материалов для выбора оптимальных методов их исследований.</p> <p>В2: Владеть навыком использования базовых естественнонаучных знаний о строении материалов для выбора оптимальных методов их исследований.</p> <p>В3: Владеть навыками металлографических исследований структуры сталей после различных видов термической обработки.</p> <p>В4: Владеть навыками исследований микротвердости сталей после различных видов термической обработки.</p> <p>В5: Владеть навыками физического анализа результатов экспериментальных исследований, направленных на установление взаимосвязи между составом, параметрами микроструктуры и физико-механическими свойствами сталей.</p>	<p>Контрольные вопросы</p> <p>Задачи</p> <p>Отчет по лабораторной работе</p> <p>Контрольные вопросы</p> <p>Отчет по лабораторной работе</p> <p>Отчет по лабораторной работе</p> <p>Отчет по лабораторной работе</p> <p>Отчет по лабораторной работе</p> <p>Отчет по лабораторной работе</p>
--	--	---	---

3. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, всего 144 часа, из которых 66 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часов занятия лекционного типа, 32 часа занятия практические занятия (лабораторные работы и т.п.), 2 часа - мероприятия текущего контроля успеваемости), 42 часа составляет самостоятельная работа обучающегося в течение семестра и 36 часов составляют мероприятия промежуточного контроля успеваемости (подготовка и сдача экзамена по дисциплине).

Очная форма обучения	
Общая трудоемкость	4 зет
Часов по учебному плану в том числе	144
аудиторные занятия (контактная работа):	64
- занятия лекционного типа, ч	32
- практические занятия, ч	32
самостоятельная работа, ч	78
КСР	2
Промежуточная аттестация	Экзамен

Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1: Строение атома	9	4			4	5
Тема 2: Основные типы химических связей в материалах. Металлы и керамики	13	8			8	5
Тема 3: Классификация типов материалов и методов их исследований. Понятие о структурно-чувствительных и структурно-нечувствительных свойствах конструкционных материалов.	12	4			4	8
Тема 4: Фазовые превращения в сталях. Основные закономерности фазовых превращений. Основные типы структур в сталях. Влияние термической обработки на структуру сталей.	108	16	32		48	60
В т.ч.текущий контроль	2		2		2	78
Промежуточная аттестация – Экзамен						

Тема 1: Строение атома

Свойства электрона. Электронные состояния атомов. Заполнение электронных оболочек. Взаимосвязь периодической таблицы Менделеева и свойствами атомов.
Решение задач по различным разделам темы №1.

Тема 2: Типы химических связей

Ионная (гетерополярная) связь. Гомеополярная (ковалентная) связь. Гибридизация атомных орбиталей. Металлическая связь. Водородная связь. Ван-дерваальсовская связь. Электронная структура и межатомное взаимодействие в кристаллах
Решение задач по различным разделам темы №2.

Тема 3: Классификация типов материалов и методов их исследований. Понятие о структурно-чувствительных и структурно-нечувствительных свойствах конструкционных материалов.

Металлы, сплавы и керамики: классификация материалов по их структуре. Макро- и микроструктура. Уровни микроструктуры. Характеристики микро- и макроструктуры. Дефекты решетки и их классификация. Типы двухфазной микроструктуры. Смеси микроструктурных элементов и типов микроструктур. Трансформация микроструктуры.

Понятие о структурно-чувствительных и структурно-нечувствительных свойствах. Методы исследований структуры материалов. Металлография. Методы исследований физико-механических свойств материалов. Физические основы метода микротвердости.

Решение задач по различным разделам темы №3.

Тема 4: Фазовые превращения в сталях. Основные закономерности фазовых превращений. Основные типы структур в сталях. Влияние термической обработки на структуру сталей.

Классификация диаграмм состояния. Полиморфизм и причины полиморфизма. Понятие об особых точках диаграмм состояния: эвтектика, перитектика, эвтектоид. Экспериментальные подходы к построению диаграмм состояния.

Диаграмма состояния «железо-углерод». Понятие о стали и чугунах. Основные виды сталей и чугунов. Основные типы квазиравновесных фаз в сталях и чугунах. Основные виды фазовых превращений в сталях. Механизмы фазовых превращений в сталях при термической обработке.

Классификация видов термической обработки сталей. Основные отличия бездиффузионного (мартенистного) превращения. Превращения в стали при отпуске. Влияние термической обработки на механические свойства сталей.

Лабораторная работа по теме №4.

Решение задач по различным разделам темы №4.

В процессе изучения дисциплины используются следующие образовательные технологии: проблемный метод изложения материала и диалогическая форма проведения лекций, элементы научной дискуссии. Лекции и семинарские занятия проводятся с использованием средств мультимедиа.

Самостоятельная работа студентов связана с применением компьютерных и информационно-коммуникационных технологий.

В преподавании дисциплины активно используются интерактивные технологии групповой работы, когда студенты обсуждают с преподавателем предложенную им задачу (научно-практическую проблему) как индивидуально («преподаватель – студент»), так и в ходе группового обсуждения с преподавателем возможных вариантов предложенных студентами решений («преподаватель – группа студентов»). В ходе обсуждения преподаватель может высказывать конструктивные критические замечания к предлагаемым решениям, просить студентов уделить особое внимание какому-нибудь аспекту рассматриваемого явления (обосновать сделанные выводы), а также предложить провести групповое обсуждение рассматриваемой проблемы и прийти к единому мнению.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов включает активное изучение лекционного материала, основной и вспомогательной учебной литературы, а также соответствующих разделов учебных и учебно-методических пособий.

Основной целью самостоятельной работы является подготовка к выполнению лабораторных работ, анализ результатов, полученных в ходе выполнения лабораторных работ, а также решение задач, заданных преподавателем для самостоятельного разбора.

В случае отклонения студента от графика учебного процесса по какой-либо причине, в рамках самостоятельной работы может выделяться время на выполнение той части лабораторной работы, по которой имеет место отставание обучающегося от графика.

Для проведения самостоятельной работы обучающимся предоставляются свободные аудитории, доступ к компьютерной технике и, в случае необходимости, доступ к исследовательскому оборудованию, перечень которого приведен в п. 8 настоящей рабочей программы дисциплины.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

5.1 Описание шкал оценивания

Индикаторы компетенции	ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ						
	Плохо	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Очень хорошо	Отлично	Превосходно
Знания	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
Умения	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач (выполнении практических заданий) не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
Навыки	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа. Лабораторная работа не выполнена	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки. Лабораторная работа не выполнена (отчет по лабораторной работе не принят).	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами. Отчет по лабораторной работе содержит существенные замечания.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами. Отчет по лабораторной работе содержит некоторые ошибки и недочеты.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Отчет по лабораторной работе содержит несущественные недочеты.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. Отчет по лабораторной работе не содержит ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач. Отчет по лабораторной работе не содержит ошибок и недочетов.
Мотивация (личностное отношение)	Полное отсутствие учебной активности и	Учебная активность и мотивация слабо	Учебная активность и мотивация низкие, слабо	Учебная активность и мотивация проявляются на	Учебная активность и мотивация проявляются на	Учебная активность и мотивация проявляются на	Учебная активность и мотивация проявляются на

	мотивации	выражены, готовность качественно решать поставленные задачи отсутствует	выражены, стремление решать задачи качественно	среднем уровне, демонстрируется готовность выполнять поставленные задачи на среднем уровне качества	уровне выше среднего, демонстрируется готовность выполнять большинство поставленных задач на высоком уровне качества	высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять все поставленные задачи на высоком уровне качества	на очень высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять нестандартные дополнительные задачи на высоком уровне качества
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция не сформирована. Отсутствуют знания, умения, навыки, необходимые для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям, но есть недочеты. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по некоторым профессиональным задачам.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции превышает стандартные требования. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для применения творческого подхода к решению сложных практических (профессиональных) задач.
Уровень сформированности компетенций	Нулевой	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	Очень высокий
Баллы, %	0-30	31-50	51-70	71-85	86-90	91-98	99-100

При промежуточной аттестации студентов на экзамене используется семибалльная шкала оценивания (выставления оценки («Плохо», «Неудовлетворительно», «Удовлетворительно», «Хорошо», «Очень хорошо», «Отлично», «Превосходно»))

Оценка	Критерий выставления
Превосходно	Студент самостоятельно решает задачу повышенной сложности, отвечает полностью на вопросы билета и дополнительные вопросы (задания), выходящие за рамки изученного объема курса и изученных алгоритмов и подходов, проявляя инициативу и творческое мышление.
Отлично	Отличная подготовка. Студент самостоятельно решает задачу, отвечает полностью на вопросы билета и дополнительные вопросы (задания), выходящие за рамки изученного объема курса и изученных алгоритмов и подходов, проявляя инициативу и творческое мышление. Отчет по лабораторной работе не содержит ошибок и недочетов.
Очень хорошо	Отличная подготовка. Студент отвечает полностью на вопросы билета, самостоятельно решает задачу в рамках изученных алгоритмов и подходов. При ответе на вопросы допускаются незначительные неточности.

	Отчет по лабораторной работе не содержит ошибок и недочетов.
Хорошо	Хорошая подготовка. Студент показывает хороший уровень знания вопросов билета, самостоятельно решает задачу и отвечает на вопросы (задания) преподавателя с небольшими неточностями. Отчет по лабораторной работе содержит несущественные недочеты.
Удовлетворительно	Удовлетворительная подготовка. Студент показывает удовлетворительное знание вопросов билета и знание базовых понятий, может решить типовую задачу с помощью преподавателя. Отчет по лабораторной работе содержит существенные замечания.
Неудовлетворительно	Студент показывает неудовлетворительное знание основ курса и базовых понятий. Задача не решена. Необходима дополнительная подготовка для успешного прохождения испытания. Лабораторная работа не выполнена (отчет по лабораторной работе не принят или отчет не предоставлен в срок).
Плохо	Подготовка совершенно недостаточна. Последующая пересдача возможна только с комиссией. Лабораторная работа не выполнена (отчет по лабораторной работе не принят или отчет не предоставлен в срок).

При проверке отчета по лабораторной работе преподавателем оценивается:

- степень понимания целей работы;
- степень достижения поставленных целей (соответствие объема выполненной работы минимальным требованиям, установленным в учебном или учебно-методическом пособии);
- качество и достоверность полученных экспериментальных результатов;
- обоснованность полученных выводов (качество анализа полученных экспериментальных результатов);
- умение объяснить полученные результаты с использованием базовых и дополнительных источников, а также знаний, полученных при изучении профильных дисциплин;
- умение представить полученные результаты (оформить отчет в соответствии с требованиями, изложенными в учебном или учебно-методическом пособии).

Прием отчетов по проделанным лабораторным работам выставляется на основании следующих критериев:

Оценка	Критерий выставления
Отчет по лабораторной работе принят	Отчет о проделанной лабораторной работе содержит ряд некритических отклонений от формы, описанной в учебном (учебно-методическом) пособии к лабораторной работе. При ответах на дополнительные вопросы (при сдаче отчета по лабораторной работе) студент демонстрирует знание основного материала с рядом негрубых ошибок или погрешностей, наличие минимально необходимого множества навыков, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение обозначить проблемные ситуации, владение источниками, а также отвечает на большинство поставленных вопросов. В тексте отчета неправомерные заимствования отсутствуют. Отчет предоставлен в срок.
Отчет по лабораторной работе не принят	Отчет о проделанной лабораторной работе не представлен или форма представленного отчета существенно отличается от формы, описанной в учебном (учебно-методическом) пособии к лабораторной работе. При ответах на дополнительные вопросы (при сдаче отчета по

	<p>лабораторной работе) студент демонстрирует полное непонимание смысла проблем, присутствуют грубые ошибки в основном материале, студент не демонстрирует достаточно полное владение терминологией, а также отсутствующий один или несколько навыков, предусмотренных данной компетенцией.</p> <p>В тексте отчета встречаются элементы неправомерного заимствования, в том числе – текста лабораторных работ других студентов.</p> <p>Отчет по лабораторной работе не предоставлен в срок.</p>
--	---

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- тестирование (текущий контроль, промежуточная аттестация);
- индивидуальное собеседование (текущий контроль, промежуточная аттестация);
- письменные ответы на вопросы (промежуточная аттестация).

Для оценивания результатов обучения в виде умений используются следующие процедуры и технологии:

- простые практические контрольные задания (задачи) (текущий контроль, промежуточная аттестация);
- индивидуальная или групповая дискуссия с преподавателем при обсуждении возможных вариантов решения поставленных задач (текущий контроль);

Для оценивания результатов обучения в виде владений (оценка навыков) используются следующие процедуры и технологии:

- комплексные практические задания (отчеты по лабораторным работам) (текущий контроль).

Критерии и шкалы оценивания сформированности компетенций приведены в п.2.1 Фонда оценочных средств дисциплины «Введение в физическое материаловедение».

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

5.2.1 Типовые экзаменационные вопросы

1. Свойства электрона. Электронные состояния атомов. Заполнение электронных оболочек.
2. Взаимосвязь периодической таблицы Менделеева и свойствами атомов.
3. Ионная (гетерополярная) связь.
4. Гомеополярная (ковалентная) связь
5. Гибридизация атомных орбиталей.
6. Металлическая связь. Водородная связь. Ван-дерваальсовская связь.
7. Электронная структура и межатомное взаимодействие в кристаллах.
8. Классификация диаграмм состояния. Полиморфизм и причины полиморфизма. Понятие об особых точках диаграмм состояния: эвтектика, перитектика, эвтектоид. Экспериментальные подходы к построению диаграмм состояния.
9. Диаграмма состояния «железо-углерод». Понятие о стали и чугунах. Основные виды сталей и чугунов. Основные типы квазиравновесных фаз в сталях и чугунах.
10. Основные виды фазовых превращений в сталях. Механизмы фазовых превращений в сталях при термической обработке. Классификация видов термической обработки сталей.
11. Фазовое превращение аустенит – перлит в условиях квазиравновесного нагрева и охлаждения.
12. Основные отличия бездиффузионного (мартенистного) превращения.
13. Превращения в стали при отпуске. Влияние термической обработки на механические свойства сталей.
14. Основы коррозионностойкого легирования.

15. Основы жаростойкого легирования.
16. Основы легирования для защиты от специальных видов коррозии. Межкристаллитная коррозия. Коррозионное растрескивание. Хрупкость коррозионно-стойких сталей.

5.2.2 Тематика лабораторных работ

1. Исследование влияния содержания углерода на параметры микроструктуры и микротвердость углеродистых сталей.
2. Исследование влияния закалки и отпуска на микротвердость углеродистой стали.

5.2.3 Типовые контрольные вопросы для текущего контроля успеваемости

1. Приведите квантовые числа, характеризующие электроны в атоме. что определяет каждое из квантовых чисел.
2. Приведите правило Клечковского.
3. Приведите правило Хунда.
4. В чем причина проскока электрона внешнего s- на d- подуровень?
5. Что происходит с энергией системы при образовании химической связи?
6. При помощи какой связи происходит образование молекулы между атомами с большой разницей в электроотрицательности?
7. Как по количеству неспаренных электронов определить число образуемых связей.
8. В каких типах химических связей наблюдается насыщаемость?
9. В каких типах химических связей наблюдается направленность?
10. В чем различия между методом молекулярных орбиталей и методом валентных связей?
11. Какие типы фазовых превращений вы знаете? В чем отличие фазовых превращений первого и второго рода?
12. Дайте определение термину «эвтектика». В чем отличие эвтектики и эвтектоида?
13. Дайте определение термину «перитектика».
14. Какие типы диаграмм состояния вы знаете?
15. Какой физический смысл имеют «степени свободы» (в применении к диаграммам состояния)?
16. К какому типу диаграмм относится диаграмма «железо-углерод»?
17. В чем состоит физический смысл правила фаз? Примените правило фаз для различных областей диаграммы «железо-углерод».
18. В чем состоит физический смысл правила отрезков? Примените правило отрезков для различных областей диаграммы «железо-углерод».
19. Какие основные фазы диаграммы «железо-углерод» в нормализованном состоянии вы знаете?
20. Какие фазы образуются в углеродистых сталях при их закалке и отпуске?
21. Почему мартенситное превращение называют бездиффузионным?
22. В чем отличие диаграмм Fe-C и Fe-Fe₃C?
23. Влияет ли содержание углерода в конкретной фазе на ее строение и свойства? Как именно?
24. Что называется ферритом?
25. Какая кристаллическая структура у основных равновесных фаз в сталях?
26. Из каких фаз состоит перлит?
27. Из какой фазы и при каких температурных условиях образуется цементитная составляющая в структуре стали с 1% углерода?
28. Назовите структурные составляющие доэвтектического белого чугуна.
29. Какие виды термической обработки существуют в сталях? Какие при этом получают структуры?
30. Какие фазы входят в структуру доэвтектоидной нормализованной стали при комнатной температуре?

31. Какому количеству углерода соответствует условная граница между сталями и чугунами? Что изменяется в структуре сплава Fe-C при увеличении концентрации углерода более этой критической концентрации?

5.2.4 Типовые задачи (задания)

1. Напишите электронные формулы элементов № 32 и № 43. Определите:
 - место элементов в периодической системе (группа, подгруппа, период);
 - распределите валентные электроны по атомным орбиталям в нормальном и возбужденном состоянии; определите высшую степень окисления элемента;
 - какие квантовые числа характеризуют их валентные электроны?
2. Оцените ковалентность элементов второго периода. Какие из этих элементов могут участвовать в образовании связей по донорно-акцепторному механизму в качестве донора и какие – в качестве акцептора.
3. Среди приведенных далее электронных конфигураций указать невозможные и объяснить причины невозможности их реализации: а) $1p^3$; б) $3p^6$; в) $3s^2$; д) $2d^5$; ж) $3f^{12}$; з) $2p^4$; и) $3p^7$.
4. Составить электронные схемы (электронные структуры по Льюису) следующих молекул: PCl_3 , C_2H_2 , BF_3 , SF_6 .
5. Расположите следующие молекулы в порядке усиления полярности связи: CsF , $CaCl_2$, NaI , ClF , CO , HF , HCl , BeF_2 , MgF_2 .
6. Экспериментально найденное значение дипольного момента молекулы HCl равно $3,47 \cdot 10^{-30}$ Кл·м, длина связи d_{H-Cl} в молекуле HCl составляет $1,27 \cdot 10^{-10}$ м. Рассчитайте эффективные заряды (δ) атомов водорода и хлора.
7. Постройте типичную диаграмму состояния системы с эвтектикой (без образования твердых растворов) и рассчитайте число степеней свободы и фазовый состав системы в каждой из областей.
8. Постройте типичную диаграмму состояния системы с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии и рассчитайте число степеней свободы и фазовый состав системы в каждой из областей.
9. Постройте типичную диаграмму состояния системы с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии и рассчитайте число степеней свободы и фазовый состав системы в каждой из областей.
10. Постройте типичную диаграмму состояния системы с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии и с эвтектическим превращением (I вида) и рассчитайте число степеней свободы и фазовый состав системы в каждой из областей.
11. Постройте типичную диаграмму состояния системы с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии и с перитектическим превращением (II вида) и рассчитайте число степеней свободы и фазовый состав системы в каждой из областей.
12. Описать процесс кристаллизации, построить кривые охлаждения и изобразить микроструктуру для двух сплавов (состав сплавов определяется преподавателем).
13. Постройте участок диаграммы «железо-углерод» в области концентраций углерода до 2.14% («стальной угол» диаграммы Fe-C) и опишите фазовый состав материала в каждой из областей.
14. Постройте участок диаграммы «железо-углерод» в области концентраций углерода более 2.14% и опишите фазовый состав материала в каждой из областей.
15. Постройте кривую охлаждения стали для трех различных концентраций углерода (концентрация углерода менее 2.14%) (концентрации углерода определяются преподавателем).
16. Постройте кривую охлаждения чугуна для трех различных концентраций углерода (концентрация углерода более 2.14%) (концентрации углерода определяются преподавателем).

17. Какие равновесные превращения возможны в системе железо-углерода при охлаждении и как процентное содержание углерода в сплаве (или фазе) влияет на температуру начала превращения?
18. Проанализируйте влияние содержания углерода в сплаве на его структуру при комнатной температуре и при температуре 750 °С.
19. По диаграмме железо-углерод определите максимальное содержание углерода в аустените при температуре 800 °С.
20. Проанализируйте влияние скорости охлаждения на фазовый состав и структуру стали с различным содержанием углерода: а) 0.3 вес.%; б) 0.8 вес.%; в) 1.4 вес. %.
21. При исследовании структуры доэвтектидной стали установлено, что в ней примерно 30% перлита. Каков состав по углероду этой стали?

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Наумов В.И., Паничева Г.Н., Четырбок Л.Н., Мацулевич Ж.В. Строение атома и химическая связь – Нижний Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, 2012, 198 с. [доступно через электронную библиотеку «ЦДОТ НГТУ»: http://cdot-ntu.ru/basebook/Stroenie_atoma]
2. Буслаева Е.М. Материаловедение – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2012, 148 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/735.html>]
3. Богодухов С.И., Проскурин А.Д. Железоуглеродистые сплавы. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2003, 23 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/50071.html>]
4. Вихров С.П., Холомина Т.А. Материаловедение. – Саратов: Вузовское образование, 2006, 147 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/20678.html>]
5. Гелин Ф.Д., Чаус А.С. Металлические материалы. – Минск: Вышэйшая школа, 2007, 398 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/24066.html>]
6. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И. Материаловедение – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2014, 784 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/22533.html>]
7. Дрозд М.И. Основы материаловедения – Минск: Вышэйшая школа, 2011, 431 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/20107.html>]
8. Солнцев Ю.П., Пирайнен В.Ю., Вологжанина С.А. Материаловедение специальных отраслей машиностроения – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2016, 784 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/49796.html>]
9. Алексеев А.Г., Барон Ю.М., Коротких М.Т. и др. Технология конструкционных материалов – СПб.: Политехника, 2016, 599 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/59723.html>]
10. Жарский И.М., Иванова Н.П., Куис Д.В., Свидинович Н.А. Материаловедение – Минск: Вышэйшая школа, 2015, 558 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/48008.html>]
11. Гвоздев А.Г., Щеренкова И.С. Диаграмма «железо-углерод» - Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014, 44 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/55077.html>]
12. Минаев А.М., Мордасов Д.М., Бадирова Н.Б. Термодинамика в материаловедении – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015, 80 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/63908.html>]

13. Комаров О.С., Керженцева Л.Ф., Макаева Г.Г. Материаловедение в машиностроении – Минск: Вышэйшая школа, 2009, 304 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/20088.html>]
14. Белихов А.Б., Белкин П.Н. Основы практической металлографии – Саратов: Вузовское образование, 2013, 56 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/18391.html>]
15. Шепелевич В.Г. Физика металлов и металловедение – Минск: Вышэйшая школа, 2012, 166 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/20291.html>]
16. Федотов А.К. Физическое материаловедение. Часть 2. Фазовые превращения в металлах и сплавах – Минск: Вышэйшая школа, 2012, 446 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/21754.html>]

б) дополнительная литература:

1. Микроструктуры сплавов. Учебное пособие. Под ред. В.Н. Чувильдеева – Н.Новгород, ННГУ, 2005, 20 с. [открытый доступ через сайт Исследовательской школы «Наноматериалы и нанотехнологии» ННГУ: <http://www.nanotech.unn.ru/sites/default/files/mikrostruktura.pdf>]
2. Вихров С.П., Холомина Т.А., Бегун П.И., Афонин П.Н. Биомедицинское материаловедение. – Саратов: Вузовское образование, 2006, 406 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/20672.html>]
3. Некрасов С.С., Пономаренко А.М., Потапов Г.К., Утевский И.Р., Кленина Е.К., Верховский Г.Д. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению. – СПб.: Квадро, 2016, 240 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/57307.html>]
4. Митусова Л.В. Макроскопический анализ металлов и сплавов. Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2010, 9 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/16011.html>]
5. Вознесенский Э.Ф., Шарифуллин Ф.С., Абдуллин И.Ш. Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014, 184 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/61986.html>]
6. Некрасов С.С., Пономаренко А.М., Потапов Г.К. и др. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению – СПб.: Квадро, 2016, 240 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/57307.html>]
7. Анисович А.Г., Андрушевич А.А. Микроструктуры черных и цветных металлов – Минск: Белорусская наука, 2015, 132 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/51820.html>]
8. Белевитин В.А., Суворов А.В., Аксенова Л.Н. Конструкционные материалы. Свойства и технологии производства – Челябинск: Челябинский государственный педагогический университет, 2014, 354 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/31912.html>]
9. Орлов А.С., Рубцова Е.Г., Зиброва И.Ю. Конструкционные металлы и сплавы. Технология конструкционных материалов – Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014, 87 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/30839.html>]
10. Шопина Е.В., Стативко А.А. Материаловедение. Лабораторный практикум – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2014, 71 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/49711.html>]

11. Роговский А.Н., Шипельников А.А., Михайлов В.Г. Структурированные модификации углерода в железоуглеродистых сплавах – Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014, 128 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/55657.html>]
12. Пинчук Л.С., Гольдаде В.А., Шилько С.В., Неверов А.С. Введение в систематику умных материалов – Минск: Белорусская наука, 2013, 400 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/29428.html>]
13. Роговский А.Н., Шипельников А.А., Кравченко Т.В. Исследование структуры чугунов и сталей с помощью металлографического инвертированного микроскопа – Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013, 23 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/22873.html>]
14. Редичкина Т.В., Ярковская О.Н., Кузенков С.Е. Методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям по дисциплине «Металловедение цветных металлов» - Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012, 24 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/22882.html>]
15. Анисович А.Г., Румянцева И.Н. Практика металлографического исследования материалов – Минск: Белорусская наука, 2013, 251 с. [доступно через электронную библиотеку «IPRbook»: <http://www.iprbookshop.ru/29501.html>]

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. <http://www.lib.unn.ru/> - сайт Фундаментальной библиотеки ННГУ.
2. <http://www.unn.ru/books/> - фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ.
3. <https://biblio-online.ru/> - сайт электронной библиотеки «Юрайт», содержащий в открытом доступе книги по отдельным разделам дисциплины.
4. <https://e.lanbook.com> – сайт электронно-библиотечной системы «ЛАНЬ», содержащий в открытом доступе книги по отдельным разделам дисциплины.
5. <http://www.sciencedirect.com> – сайт международного издательства «Elsevier», публикующего статьи и монографии по актуальным направлениям физики конденсированного состояния и физического материаловедения, совпадающим с тематикой отдельных разделов преподаваемой дисциплины.
6. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - российская научная электронная библиотека «Elibrary», публикующая статьи, тематика которых совпадает с тематикой отдельных разделов преподаваемой дисциплины.
7. <http://znanium.com> – сайт электронно-библиотечной системы «Znanium.com», содержащий книги по отдельным разделам дисциплины.
8. <http://eqworld.ipmnet.ru/> - сайт электронной библиотеки EqWord, содержащий книги по отдельным разделам дисциплины.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Библиотечные залы и компьютерные классы ННГУ и НИФТИ ННГУ, обеспечивающие доступ к Интернет – ресурсам. Для чтения лекций со стороны физического факультета и НИФТИ ННГУ предоставляются аудитории с презентационным оборудованием.

Для проведения лабораторных работ используется следующее оборудование:

- печь воздушная типа «СНОЛ»;
- микротвердомер ПМТ-3;
- цифровой микротвердомер HVS-100;
- металлографический микроскоп Leica DM IRM или НЕОФОТ-32;
- расходные материалы для пробоподготовки.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ООП ВО по направлению 03.03.02 - Физика, профиля «Физика конденсированного состояния».

Авторы д.ф.-м.н. Нохрин А.В., м.н.с. Козлова Н.А.

Заведующий кафедрой: д.ф.-м.н., проф. Чувильдеев В.Н.

Рецензент: Зам. декана физического факультета Белова О.В.

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета ННГУ от «22» мая 2022 года, протокол № б/н

Председатель
Учебно-методической комиссии
физического факультета ННГУ _____ / Перов А.А. /