Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наливайко Антон Юрьевич
Должность: проректор по научной работе
Дата подписания: 02.11.2023 14:44:12
Уникальный программный ключ:
1a3df673e07fcd54440aceed8bb7e29f4817bf0a

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан транспортного факультета
/П. Итурралде/
«29» 05 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физика конденсированного состояния»

Направление подготовки
16.06.01 Физико-технические науки и технологии

профиль
«Механика деформируемого твердого тела»

Квалификация (степень) выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
Очная

Москва 2020 г.

1. Цели освоения дисциплины.

Целью дисциплины является формирование навыков самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности; подготовка специалистов, обладающих научно-практическими знаниями в области физики конденсированного состояния, овладению методами решения задач по физике конденсированного состояния, методами постановки физического эксперимента.

Задачей дисциплины является формирование навыков проведения экспериментальных исследований в области физики конденсированного состояния.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры.

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору Блока 1 основной образовательной программы аспирантуры. Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП: Механика деформируемого твердого тела; Методы определения деформации поверхности оптических элементов; Оптика и оптическая обработка информации; Физико-технические проблемы в науке и технологии; Научно-исследовательская практика.

Для освоения дисциплины необходимы знания в области основ математического анализа и векторной алгебры, навыки работы с графическими редакторами и математическим программным обеспечением, электронными измерительными приборами и системными единицами.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Физика конденсированного состояния».

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих универсальных и общепрофессиональных для направления компетенций:

- способностью критически анализировать современные физико-технические проблемы, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ОПК-1);
- готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-5).

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих профессиональных компетенций:

- планировать, проводить и интерпретировать экспериментальные данные по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов (ПК-5).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

• основы анализа поверхности твердых тел и тонких пленок

• дифракционные, спектроскопические и зондовые методы исследования материала

• экспериментальные методы в исследовании конденсированного состояния

уметь:

• самостоятельно работать с научной литературой по физике конденсированного состояния, понимать ее;

• работать с измерительными приборами и экспериментальными установками;

• создать экспериментальную установку, необходимую для конкретных физических измерений;

• самостоятельно провести измерения, обработать результаты и представить их в форме, удобной для последующего анализа;

• самостоятельно анализировать полученную информацию и составить отчет с соответствующими выводами и рекомендациями.

владеть:

• навыками работы с измерительной аппаратурой;

• основами программного моделирования;

• навыками анализа поступающей информации.

4. Виды учебной работы и тематическое содержание дисциплины (модуля).

Трудоёмкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы (з.е.) или 108 академических часов, в том числе 16 часов аудиторных занятий и 92 часа самостоятельной работы.

4.1. Виды учебной работы

Таблица 1

Виды учебной работы	в зачетных единицах	в академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	**3**	**108**
Аудиторные занятия:	**0,44**	**16**
Лекции (Лек)		8
Практические занятия (ПЗ)		8
Исследовательские лабораторные занятия (ИЛЗ)		
Самостоятельная работа (СР):	**2,54**	**92**
Консультации		4
Реферат		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		88
Вид контроля: экзамен		

4.2. Содержание дисциплины (модуля) по разделам и видам учебной работы

Таблица 2

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)				
		всего	очная форма обучения			
			Л	ПЗ	ИЛЗ	СР
1	2	3	4	5	6	7
1	Механические свойства твердых тел и дефекты кристаллического строения.	21	1			20
2	Теория фаз и тепловые свойства твердых тел	21	1	2		18
3	Электрические свойства твердых тел.	22	2	4		18
4	Магнитные свойства твердых тел.	22	2	2		18
5	Сверхпроводимость	22	2			18
	Итого:	108	8	8		92

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, ИЛЗ – исследовательские лабораторные занятия, СР – самостоятельная работа обучающихся

4.3. Тематика аудиторных занятий

Тематика лекционных занятий

Таблица 3

№ раздела	№ лекции	Основное содержание	Кол-во часов
1	1	Механическое напряжение, его тензор. Виды деформаций (растяжение, сжатие, сдвиг, кручение, изгиб). Упругая и пластическая деформация. Диаграмма деформации. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Модуль Юнга. Модуль сдвига. Правило смеси. Термическое расширение. Атомная картина упругости. Прочностные свойства наноструктур. Атомные радиусы и модель твёрдых шаров. Решётки металлов. Плотноупакованные структуры. Решётки ГЦК и ГПУ, ОЦК. Поры в решётках металлов. Твёрдые растворы. Решётки соединений с металлической связью. Решётки ионных и ковалентных кристаллов. Точечные дефекты. Образование и исчезновение вакансий. Термодинамика точечных дефектов. Влияние внешнего давления на образование вакансий. Сверхравновесные вакансии. Примесные атомы. Законы диффузии	1
2	2	Динамический, статистический и термодинамический подходы в физике макросистем, микро- и макросостояния; термодинамические параметры. Термодинамически равновесное состояние и температура; квазистатические процессы. Термодинамические потенциалы. Условия устойчивости термодинамического равновесия. Использование термодинамических законов и соотношений при анализе баланса энергии в задачах макроскопической электродинамики. Условия фазового равновесия. Основная классификация фазовых переходов, фазовые переходы первого и второго рода. Классификация фаз. Твердые растворы. Промежуточные фазы. Диффузия и кинетика фазовых превращений в металлах и сплавах. Макроскопическое описание диффузии. Атомная теория диффузии в металлах. Диффузия и фазовые превращения в металлах и сплавах. Правило фаз Гиббса	1
3	3	Классификация твердых тел по величине электропроводности. Уравнение Шредингера для твердого тела. Одноэлектронное приближение. Функции Блоха. Зоны Бриллюэна. Поверхность Ферми. Энергетический спектр электронов в кристалле. Модель Кронига – Пенни. Металлы, диэлектрики, проводники. Эффективная масса электрона. Энергетические уровни примесных атомов в кристалле. Локализованные состояния, связанные с поверхностью. Электропроводность металлов. Классическая теория электропроводности и ее трудности. Электронный Ферми–газ в металлах. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Электропроводность диэлектриков. Свойства твердых тел в сильных электрических полях. Эффект Холла. Влияние поверхности на электрические свойства твердых тел. Беспримесные полупроводники. Подвижность носителя электрического тока. Примесная проводимость полупроводников. Донорные полупроводники. Акцепторные полупроводники. Фотопроводимость полупроводников. Эффект Холла в полупроводниках. Особенности аморфных полупроводников.	2

4	4	Намагниченность и восприимчивость. Гамильтониан взаимодействия атомов и молекул с магнитным полем, расщепление уровней. Диамагнетизм. Формула Ланжевена для диамагнитной восприимчивости. Связь Рассела-Саундерса. Правила Хунда. Парамагнетизм. Восприимчивость атомов с частично заполненной оболочкой. Парамагнетизм Ван Флека. Ланжевенский парамагнетизм. Функции Бриллюэна и Ланжевена. Закон Кюри. Примеры: Редкоземельные ионы и ионы переходных элементов. Расщепление уровней внутрикристаллическим полем. Замораживание орбитального углового момента. Спиновый парамагнетизм Паули. Диамагнетизм Ландау. Ферро-, антиферро-, ферри- магнетизм. Ферромагнетизм. Внутреннее магнтное поле Вейсса. Закон Кюри-Вейсса. Электростатическое природа поля Вейсса. Модель Гейзенберга. Спиново-обменное взаимодействие, обменный интеграл. Прямой обмен, сверхобмен, косвенный обмен. Спиновые волны, магноны. Температурная зависимость намагниченности: закон Блоха. Антиферромагнетизм и ферримагнетизм. Ферриты. Температура Кюри и восприимчивость ферримагнетиков.	2
5	5	Отсутствие электрического сопротивления в сверхпроводящем состоянии. Эффект Мейснера. Сверхпроводники первого и второго рода. Глубина проникновения внешнего магнитного поля в сверхпроводник. Воздействия, разрушающие сверхпроводимость. Энергетическая щель. Микроскопическая теория сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера. Экспериментальные доказательства существования куперовских пар. Высокотемпературные сверхпроводники. Роль нанотехнологий в создании высокотемпературных сверхпроводников	2
		Итого:	8

Тематика практических (или семинарских) занятий

Таблица 4

№ раздела	№ занятия	Наименование	Кол-во часов
2	1	Динамика решетки. Тепловые свойства твердых тел	2
3	2	Электроны в металлах. Свободный электронный газ Ферми. Зонная теория твердых тел. Электрические свойства твердых тел	4
4	3	Магнитные свойства твердых тел	2
		Итого:	8

Программой дисциплины исследовательские лабораторные занятия не предусмотрены.

5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.

В процессе обучения используются следующие оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации:

- устный опрос.

Промежуточная аттестация осуществляется в форме экзамена в 4-ом семестре. Экзамен проводится по билетам. Вопросы, содержащиеся в билетах и пример билета приведены в фонде оценочных средств

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**
1	2
ОПК-1	способностью критически анализировать современные физико-технические проблемы, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты
ОПК-5	готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования
ПК-5	планировать, проводить и интерпретировать экспериментальные данные по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплины в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине.

ОПК-1 способностью критически анализировать современные физико-технические проблемы, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты
ОПК-5 готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования
ПК-5 планировать, проводить и интерпретировать экспериментальные данные по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов

Показатель	Критерии оценивания			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: основы анализа поверхности твердых тел и тонких пленок; дифракционные, спектроскопические и зондовые методы исследования материала; экспериментальные методы в исследовании конденсированного состояния.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основ анализа поверхности твердых тел и тонких пленок; дифракционных, спектроскопических и зондовых методов исследования материала; экспериментальных методов в исследовании конденсированного состояния.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основ анализа поверхности твердых тел и тонких пленок; дифракционных, спектроскопических и зондовых методов исследования материала; экспериментальных методов в исследовании конденсированного состояния. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основ анализа поверхности твердых тел и тонких пленок; дифракционных, спектроскопических и зондовых методов исследования материала; экспериментальных методов в исследовании конденсированного состояния, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основ анализа поверхности твердых тел и тонких пленок; дифракционных, спектроскопических и зондовых методов исследования материала; экспериментальных методов в исследовании конденсированного состояния.
уметь: самостоятельно работать с научной литературой по физике конденсированного состояния, понимать ее; работать с измерительными приборами и экспериментальными установками;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет самостоятельно работать с научной литературой по физике конденсированного состояния, понимать ее; работать с измерительны	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: самостоятельно работать с научной литературой по физике конденсированного состояния, понимать ее; работать с	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: самостоятельно работать с научной литературой по физике конденсированного состояния, понимать ее; работать с	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: самостоятельно работать с научной литературой по физике конденсированного состояния, понимать ее; работать с

создать экспериментальную установку, необходимую для конкретных физических измерений; самостоятельно провести измерения, обработать результаты и представить их в форме, удобной для последующего анализа; самостоятельно анализировать полученную информацию и составить отчет с соответствующими выводами и рекомендациями.	ми приборами и экспериментальными установками; создать экспериментальную установку, необходимую для конкретных физических измерений; самостоятельно провести измерения, обработать результаты и представить их в форме, удобной для последующего анализа; самостоятельно анализировать полученную информацию и составить отчет с соответствующими выводами и рекомендациями.	измерительными приборами и экспериментальными установками; создать экспериментальную установку, необходимую для конкретных физических измерений; самостоятельно провести измерения, обработать результаты и представить их в форме, удобной для последующего анализа; самостоятельно анализировать полученную информацию и составить отчет с соответствующими выводами и рекомендациями. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей.	измерительными приборами и экспериментальными установками; создать экспериментальную установку, необходимую для конкретных физических измерений; самостоятельно провести измерения, обработать результаты и представить их в форме, удобной для последующего анализа; самостоятельно анализировать полученную информацию и составить отчет с соответствующими выводами и рекомендациями. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических решениях.	измерительными приборами и экспериментальными установками; создать экспериментальную установку, необходимую для конкретных физических измерений; самостоятельно провести измерения, обработать результаты и представить их в форме, удобной для последующего анализа; самостоятельно анализировать полученную информацию и составить отчет с соответствующими выводами и рекомендациями. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: навыками работы с измерительной аппаратурой; основами программного моделирования; навыками	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками работы с измерительной	Обучающийся в недостаточной степени владеет навыками работы с измерительной аппаратурой;	Обучающийся частично владеет навыками работы с измерительной аппаратурой; основами программного	Обучающийся в полном объеме владеет навыками работы с измерительной аппаратурой; основами программного моделирования;

анализа поступающей информации.	аппаратурой; основами программного моделирования; навыками анализа поступающей информации.	основами программного моделирования; навыками анализа поступающей информации. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	моделирования; навыками анализа поступающей информации. Частично демонстрирует способность и готовность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	навыками анализа поступающей информации. Демонстрирует способность и готовность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».,

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Физика конденсированного состояния»:

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях

	повышенной сложности.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует не полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует не полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, плохо оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками применяет их в простых ситуациях. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

6. Образовательные технологии по дисциплине

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии:

при проведении лекционных и практических занятий используются технические средства интерактивного обучения: компьютеры, плакаты, натурные образцы, проектор. Часть материала представляется в виде презентаций.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Шевченко, О.Ю. Основы физики твердого тела [Электронный ресурс] / О.Ю. Шевченко. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2010. — 76 с.

Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/43443.

б) дополнительная литература:

1. Агамиров, Л.В. Физико-механические свойства. Испытания металлических материалов. Том II-1 [Электронный ресурс] / Л.В. Агамиров, М.А. Алимов, Л.П. Бабичев, М.Б. Бакиров. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2010. — 852 с.

Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/789.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Лицензионное программное обеспечение (ОС Windows, MS OFFICE)

Наименование программного обеспечения / ссылка на Интернет-ресурс	Компания-производитель
http://www.rsl.ru/	Российская государственная библиотека
http://www.gpntb.ru/	Государственная публичная научно-техническая библиотека России
http://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека
http://www.gost.ru/	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)
http://www.extech.ru/	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научно-исследовательский институт — Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы" (ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ)
http://www.rfbr.ru/	Российский фонд фундаментальных исследований
http://www.shareware.com/	Служба поиска свободно распространяемого программного обеспечения
http://lib.mami.ru/	Научно-техническая библиотека университета машиностроения
http://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»
http://iprbookshop.ru	Электронно-библиотечная система IPRbooks
http://www.biblio-online.ru	Электронно-библиотечной системе издательства «Юрайт»
http://cyberleninka.ru	Электронный ресурс «КиберЛенинка»
www.scopus.com	Реферативная база данных Scopus
Springer Protocols – www.springerprotocols.com Springer Materials – www.springermaterials.com Springer Images – www.springerimages.com Zentralblatt MATH – www.zentralblatt-math.org/zbmath/en	Ресурсы издательства Springer

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Компьютерный класс кафедры «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов», оснащенный компьютерами с установленным программным обеспечением и выходом в сеть Internet, маркерной доской, подвесным проектором с интерактивной доской.

Аудитория общего фонда, оснащенная аудиторной доской, столами, стульями (столами со скамьями)

Лаборатория оснащенная: микроскопом Metam P1, микротвердомером ПМТ-3, Установка для ультразвуковой приварки контактов, Переносной фотоэлектрический модуль с различными преобразователями; установка для импульсной диагностики режимов работы систем металлизации и контактов полупроводниковых структур

Читальные зал библиотеки, оснащенный компьютерной техникой с выходом в сеть Internet и сеть Университета.

Приложение
к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет

Направление подготовки: 16.06.01 Физико-технические науки и технологии

Профиль
«Механика деформируемого твердого тела»
Форма обучения: очная

Кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Физика конденсированного состояния

Квалификация (степень) выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Москва, 2020 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ					
ФГОС **16.06.01 Физико-технические науки и технологии**					
В процессе освоения данной дисциплины аспирант формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВ-КА**				
ОПК-1	способностью критически анализировать современные физико-технические проблемы, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	***знать:*** • основы анализа поверхности твердых тел и тонких пленок • дифракционные, спектроскопические и зондовые методы исследования материала • экспериментальные методы в исследовании конденсированного состояния ***уметь:*** • самостоятельно работать с научной литературой по физике конденсированного состояния, понимать ее; • работать с измерительными приборами и экспериментальными установками; • создать экспериментальную установку, необходимую для конкретных физических измерений; • самостоятельно провести измерения, обработать результаты и представить их в форме, удобной для последующего анализа;	лекция, практическое занятие, самостоятельная работа	УО, Э	**Базовый уровень** - способен проводить измерения и контроль с применением современных методов и средств измерений. **Повышенный уровень** - способен проводить измерения и контроль с применением современных методов и средств измерений, выбирать оптимальные методы и средства для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-5	готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования				

ПК-5	планировать, проводить и интерпретировать экспериментальные данные по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов	• самостоятельно анализировать полученную информацию и составить отчет с соответствующими выводами и рекомендациями ***владеть:*** • навыками работы с измерительной аппаратурой; • основами программного моделирования; • навыками анализа поступающей информации.			

Описание оценочных средств

1. Примерные вопросы для устного опроса по дисциплине:

1. Закон Гука.
2. Влияние внешнего давления на возникновение вакансий.
3. Термодинамический потенциал.
4. Основная классификация фазовых переходов.
5. Классификация твердых тел по величине электропроводности.
6. Намагниченность твердого тела.
7. Сверхпроводники.
8. Энергетическая щель.

2. Вопросы для проведения экзамена по дисциплине:

1. Термическое расширение.
2. Атомная картина упругости.
3. Прочностные свойства наноструктур.
4. Атомные радиусы и модель твёрдых шаров.
5. Решётки металлов.
6. Плотноупакованные структуры.
7. Решётки ГЦК и ГПУ, ОЦК.
8. Поры в решётках металлов.
9. Твёрдые растворы.
10. Решётки соединений с металлической связью.
11. Термодинамически равновесное состояние и температура; квазистатические процессы.
12. Термодинамические потенциалы.
13.
14. Условия устойчивости термодинамического равновесия.
15. Использование термодинамических законов и соотношений при анализе баланса энергии в задачах макроскопической электродинамики.
16. Условия фазового равновесия.
17. Основная классификация фазовых переходов, фазовые переходы первого и второго рода.
18. Классификация фаз.
19. Твердые растворы.
20. Уравнение Шредингера для твердого тела.
21. Одноэлектронное приближение. Функции Блоха.
22. Зоны Бриллюэна. Поверхность Ферми.
23. Энергетический спектр электронов в кристалле.
24. Модель Кронига – Пенни.
25. Металлы, диэлектрики, проводники.
26. Эффективная масса электрона.
27. Энергетические уровни примесных атомов в кристалле. Локализованные состояния, связанные с поверхностью.
28. Электропроводность металлов.
29. Намагниченность и восприимчивость.
30. Гамильтониан взаимодействия атомов и молекул с магнитным полем, расщепление уровней.
31. Диамагнетизм.
32. Формула Ланжевена для диамагнитной восприимчивости.
33. Связь Рассела-Саундерса.
34. Правила Хунда.
35. Парамагнетизм.

36. Восприимчивость атомов с частично заполненной оболочкой.
37. Эффект Мейснера.
38. Сверхпроводники первого и второго рода.
39. Глубина проникновения внешнего магнитного поля в сверхпроводник.
40. Воздействия, разрушающие сверхпроводимость.
41. Энергетическая щель.

Пример экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»
Дисциплина Физика конденсированного состояния
Направление 16.06.01 Физико-технические науки и технологии
Курс 2, семестр 4

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8.

1. Металлы, диэлектрики, проводники.
2. Сверхпроводники первого и второго рода.

Утверждено на заседании кафедры « » _____ 201_ г., протокол № ___.

Зав. кафедрой _____ /А.А.Скворцов/