МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента науки и инноваций
_____ В. М. Рулевский
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика конденсированного состояния

Уровень образования: **высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации**
Направление подготовки / специальность: **03.06.01 Физика и астрономия**
Направленность (профиль) / специализация: **Физика конденсированного состояния**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **2, 3**
Семестр: **4, 5**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	6	0	6	часов
2	Практические занятия	2	4	6	часов
3	Всего аудиторных занятий	8	4	12	часов
4	Самостоятельная работа	60	32	92	часов
5	Всего (без экзамена)	68	36	104	часов
6	Подготовка и сдача экзамена / зачета	4	36	40	часов
7	Общая трудоемкость	72	72	144	часов
				4.0	З.Е.

Дифференцированный зачет: 4 семестр
Экзамен: 5 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 31.05.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 47133

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 91 от «19» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 03.06.01 Физика и астрономия, утвержденного 30.07.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. ФЭ	_____	С. В. Смирнов
Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ	_____	П. Е. Троян

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ	_____	А. И. Воронин
Заведующий выпускающей каф. ФЭ	_____	П. Е. Троян

Эксперты:

Заведующий аспирантурой	_____	Т. Ю. Коротина
Доцент кафедры физической электроники (ФЭ)	_____	И. А. Чистоедова

Согласована на портале № 47133

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Организация работы по подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния в соответствии с Номенклатурой специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России № 59 от 25.02.2009 г.

Углубление знаний по ряду теоретических проблем в области физики конденсированного состояния и знакомство с проблемами современной физики полупроводников, физического материаловедения.

Изучение современной физики полупроводников, физического материаловедения.

Приобретение опыта использования методов изучения свойств материалов.

1.2. Задачи дисциплины

– изучение фундаментальных понятий, законов и теорий, относящихся к физике конденсированного состояния вещества;

– изучение методов физических исследований физики конденсированного состояния;

– сформировать у аспирантов общее представление о многообразии методов и подходов, используемых при решении задач, связанных с созданием новых материалов с требуемыми свойствами;

– научить аспирантов на практике применять базовые методы в современных технологических процессах;

– подготовить аспирантов к применению полученных знаний при проведении научных исследований.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физика конденсированного состояния» (Б1.В.ОД.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Физика конденсированного состояния, Физика конденсированного состояния, Математические модели и прогнозирование изменения физических свойств конденсированных веществ, Спецпрактикум по физической электронике, Физикохимия упорядоченных и неупорядоченных конденсированных веществ, Физические основы воздействия излучений на свойства конденсированных веществ.

Последующими дисциплинами являются: Физика конденсированного состояния, Физика конденсированного состояния.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-3 способность теоретически и экспериментально исследовать воздействие различных видов излучений на природу изменений свойств конденсированных веществ и модификацию свойств их поверхности, а также разрабатывать и использовать математические модели для прогнозирования изменения их свойств;

– ПК-4 способность разрабатывать и применять экспериментальные методы исследования физических свойств конденсированных веществ, а также модернизировать существующие и разрабатывать новые технологии получения конденсированных веществ;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные закономерности формирования конденсированы сред, основные методы изучения кристаллических структур; методы теоретических подходов в описании и изучении явлений в физике конденсированного состояния; общие вопросы управления структурой и свойствами конденсированных систем, базовые методы создания материалов с заранее заданными свойствами.

– **уметь** развивать подходы к решению поставленных задач, разрабатывать новые технологии в физике конденсированного состояния; описывать и качественно объяснять основные со-

Согласована на портале № 47133

стояния в твердом теле; применять методы описание кристаллических структур, моделировать физические процессы.

– **владеть** понятиями качества исследований, относящихся к области физики конденсированного состояния; самостоятельным изучением и способностью анализировать специальную научную и методическую литературу, связанная с проблемами физики конденсированного состояния вещества; экспериментальных исследований свойств твердых тел на современном инновационном оборудовании.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		4 семестр	5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	12	8	4
Лекции	6	6	0
Практические занятия	6	2	4
Самостоятельная работа (всего)	92	60	32
Проработка лекционного материала	36	36	0
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12	12	0
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	44	12	32
Всего (без экзамена)	104	68	36
Подготовка и сдача экзамена / зачета	40	4	36
Общая трудоемкость, ч	144	72	72
Зачетные Единицы	4.0		

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр					
1 Силы связи в твердых телах	1	0	6	7	ПК-3, ПК-4
2 Симметрия твердых тел	1	0	6	7	ПК-3, ПК-4
3 Дефекты в твердых телах	0	0	12	12	ПК-3, ПК-4
4 Дифракция в кристаллах	1	0	6	7	ПК-3, ПК-4
5 Колебания решетки	1	0	6	7	ПК-3, ПК-4
6 Тепловые свойства твердых тел	1	1	12	14	ПК-3, ПК-4
7 Электронные свойства твердых тел	1	1	12	14	ПК-3, ПК-4
Итого за семестр	6	2	60	68	

Согласована на портале № 47133

5 семестр					
8 Магнитные свойства твердых тел	0	1	12	13	ПК-3, ПК-4
9 Оптические и магнитооптические свойства твердых тел	0	2	12	14	ПК-3, ПК-4
10 Сверхпроводимость	0	1	8	9	ПК-3, ПК-4
Итого за семестр	0	4	32	36	
Итого	6	6	92	104	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Силы связи в твердых телах	Введение в дисциплину. Электронная структура атомов. Химическая связь и валентность. Типы сил связи в конденсированном состоянии: Ван-дер-ваальсова связь, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь. Химическая связь и ближний порядок. Структура вещества с ненаправленным взаимодействием. Примеры кристаллических структур, отвечающих плотным упаковкам шаров: простая кубическая, ОЦК, ГЦК, ГПУ, структура типа CsCl, типа NaCl, структура типа перовскита CaTiO3. Основные свойства ковалентной связи. Структура веществ с ковалентными связями. Структура веществ типа селена. Гибридизация атомных орбиталей в молекулах и кристаллах. Структура типа алмаза и графита.	1	ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
2 Симметрия твердых тел	Кристаллические и аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность. Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера – Зейтца. Решетка Браве. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна. Элементы симметрии кристаллов: повороты, отражения, инверсия, инверсионные повороты, трансляции. Операции (преобразования) симметрии. Элементы теории групп, группы симметрии. Возможные порядки поворотных осей в кристалле. Пространственные и точечные группы (кристаллические классы). Классификация решеток Браве.	1	ПК-3, ПК-4
	Итого	1	

Согласована на портале № 47133

4 Дифракция в кристаллах	Распространение волн в кристаллах. Дифракция рентгеновских лучей, нейтронов и элек-тронов в кристалле. Упругое и неупругое рассеяние, их особенности. Брэгговские отражения. Атомный и структурный факторы. Дифракция в аморфных веществах.	1	ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
5 Колебания решетки	Колебания кристаллической решетки. Уравнения движения атомов. Простая и сложная одномерные цепочки атомов. Закон дисперсии упругих волн. Акустические и оптические колебания. Квантование колебаний. Фононы. Электрон-фононное взаимодействие.	1	ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
6 Тепловые свойства твердых тел	Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости. Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Температура Дебая. Тепловое расширение твердых тел. Его физическое происхождение. Ангармонические колебания. Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана – Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности.	1	ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
7 Электронные свойства твердых тел	Электронные свойства твердых тел: основные экспериментальные факты. Проводимость, эффект Холла, термоЭДС, фотопроводимость, оптическое поглощение. Трудности объяснения этих фактов на основе классической теории Друде. Основные приближения зонной теории. Граничные условия Борна – Кармана. Теорема Блоха. Блоховские функции. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Энергетические зоны. Брэгговское отражение электронов при движении по кристаллу. Полосатый спектр энергии. Приближение сильносвязанных электронов. Связь ширины разрешенной зоны с перекрытием волновых функций атомов. Закон дисперсии. Тензор обратных эффективных масс. Приближение почти свободных электро-	1	ПК-3, ПК-4

Согласована на портале № 47133

	нов. Брэгговские отражения электронов. Заполнение энергетических зон электронами. Поверхность Ферми. Плотность состояний. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Полуметаллы.		
	Итого	1	
Итого за семестр		6	
Итого		6	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Предшествующие дисциплины										
1 Физика конденсированного состояния	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Физика конденсированного состояния	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Математические модели и прогнозирование изменения физических свойств конденсированных веществ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Спецпрактикум по физической электронике	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5 Физикохимия упорядоченных и неупорядоченных конденсированных веществ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6 Физические основы воздействия излучений на свойства конденсированных веществ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины										
1 Физика конденсированного состояния	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Физика конденсированного состояния	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенци	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 47133

и	Лек.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-3	+	+	+	Тест, Дифференцированный зачет
ПК-4	+	+	+	Тест, Дифференцированный зачет

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
6 Тепловые свойства твердых тел	Тепловые свойства конденсированных веществ	1	ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
7 Электронные свойства твердых тел	Электронные свойства конденсированных веществ	1	ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
Итого за семестр		2	
5 семестр			
8 Магнитные свойства твердых тел	Магнитные свойства конденсированных веществ	1	ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
9 Оптические и магнитооптические свойства твердых тел	Поглощение света в конденсированных веществах	1	ПК-3, ПК-4
	Магнитооптические эффекты	1	
	Итого	2	
10 Сверхпроводимость	Сверхпроводимость конденсированных веществ	1	ПК-3, ПК-4
	Итого	1	
Итого за семестр		4	
Итого		6	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Силы связи в	Проработка лекционно-	6	ПК-3, ПК-4	Дифференцирован-

Согласована на портале № 47133

твердых телах	го материала			ный зачет, Тест
	Итого	6		
2 Симметрия твердых тел	Проработка лекционного материала	6	ПК-3, ПК-4	Дифференцированный зачет, Тест
	Итого	6		
3 Дефекты в твердых телах	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12	ПК-3, ПК-4	Дифференцированный зачет, Тест
	Итого	12		
4 Дифракция в кристаллах	Проработка лекционного материала	6	ПК-3, ПК-4	Дифференцированный зачет, Тест
	Итого	6		
5 Колебания решетки	Проработка лекционного материала	6	ПК-3, ПК-4	Дифференцированный зачет, Тест
	Итого	6		
6 Тепловые свойства твердых тел	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-3, ПК-4	Дифференцированный зачет, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	12		
7 Электронные свойства твердых тел	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-3, ПК-4	Дифференцированный зачет, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	12		
Итого за семестр		60		
	Подготовка и сдача зачета	4		Дифференцированный зачет
5 семестр				
8 Магнитные свойства твердых тел	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-3, ПК-4	Тест
	Итого	12		
9 Оптические и магнитооптические свойства твердых тел	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-3, ПК-4	Тест
	Итого	12		
10 Сверхпроводимость	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-3, ПК-4	Тест
	Итого	8		
Итого за семестр		32		

Согласована на портале № 47133

	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		132		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Епифанов, Г.И. Физика твёрдого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.И. Епифанов; СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 288 с. [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/2023/#1 (дата обращения: 28.11.2018).
2. Бондаренко Г.Г. Радиационная физика, структура и прочность твердых тел [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.Г. Бондаренко. - М.: Лаборатория знаний, 2016. - 465 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/90257/#1 (дата обращения: 28.11.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Физика твердого тела : Учебное пособие для втузов / С. М. Кокин [и др.] ; ред. И. К. Верещагин. - 2-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2001. - 238[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 235-237. (наличие в библиотеке ТУСУР - 12 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Задачи по физике твердого тела : Сборник задач : Пер. с англ. / ред. : Г. Дж. Голдсмид ; ред. пер. : А. А. Гусев, М. П. Шаскольская. - М. : Наука, 1976. - 430[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 427-431. (пособие используется для практических занятий и самостоятельной работы) (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. https://elibrary.ru (свободный доступ)
2. https://edu.tusur.ru (свободный доступ)
3. https://materials.springer.com (свободный доступ)
4. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh (свободный доступ)

Согласована на портале № 47133

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 217 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор;
- Ноутбук;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся

Согласована на портале № 47133

с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1.Какое излучение называется корпускулярным.
1.Лазерное
2. Рентгеновское
3. Инфракрасное
4. β-излучение

2.Какое излучение называется фотонным.
1.Лазерное
2. Космическое
3. Электронное
4. β-излучение

3.Какие характеристики описывают радиационные свойства материалов.
1. показатель преломления, показатель поглощения, коэффициент отражения.
2. коэффициент поглощения, коэффициент экстинции, коэффициент пропускания.
3. коэффициент поглощения, коэффициент отражения, коэффициент пропускания, отражательная способность
4. радиационная стойкость, доза облучения.

5. Тетрагональные решетки могут быть:
1. простыми, объемо-центрированными и гранецентрированными;
2. простыми и объемо-центрированными;
3. простыми и базоцентрированными;
4. простыми и гранецентрированными.

6. Для какой системы характерны следующие свойства: две кристаллические оси не перпендикулярны друг другу, но третья перпендикулярна им обеим, периоды трансляции различны во всех трех направлениях:
1. триклинная;
2. тетрагональная;
3. моноклинная;
4. гексагональная.

7. Фононы, как и фотоны, подчиняются статистике…
1. Максвелла-Больцмана;
2. Больцмана;
3. Ферми-Дирака;

Согласована на портале № 47133

4. Бозе-Эйнштейна.

8. Поведение теплоемкость при высоких температурах корректно описывает закон…
1. Дебая;
2. Дюлонга-Пти;
3. Эйнштейна;
4. Фурье.

9.Отражение медленных электронов от поверхности кристалла описывается:
1. Законом Мозли.
2. Законом Брэгга
3. Законом Планка
4. Законом Энштейна.

10. Возбуждение рентгеновского излучения в материалах высоко-энергетическими электронами описывается
1. Законом Мозли.
2. Законом Брэгга
3. Законом Планка
4. Законом Энштейна.

11. Чему равно полное число электронных состояний в первой зоне Бриллюэна?
1. числу фононов;
2. числу электронов;
3. числу атомов в кристалле;
4. массе электронов.

12. Величину, равную отношению электрического момента диэлектрика к его объему называют:
1. диэлектрической проницаемостью среды;
2. относительной диэлектрической восприимчивостью;
3. поляризуемостью;
4. дипольным моментом.

13. Как называется эмиссия электронов и ионов с поверхности материала при высоких напряжениях
1. Термоэмиссия
2. Фото-эмиссия
3. Полевая эмиссия
4. Ударная эмиссия

14. Как называется эмиссия электронов и ионов с поверхности материала при высоких температурах
1.Термоэмиссия
2.Фото-эмиссия
3.Полевая эмиссия
4.Ударная эмиссия

15. Количество дислокации…
1. не зависит от температуры;
2. зависит от температуры по линейному закону;
3. зависит от температуры по квадратичному закону;
4. зависит от температуры по кубическому закону.

Согласована на портале № 47133

16. Между дислокациями существует:
1. слабое упругое взаимодействие;
2. слабое неупругое взаимодействие;
3. сильное упругое взаимодействие;
4. сильное неупругое взаимодействие.

17. Точечные дефекты, возникающие при облучении кристаллов быстрыми частицами, получили название…
1. линейных дефектов;
2. дефектов по Шоттки;
3. дефектов по Френкелю;
4. радиационных дефектов.

18. Один из возможных механизмов размножения дислокаций был предложен…
1. Шоттки и Ридом;
2. Франком и Ридом;
3. Френкелем и Франком;
4. Гиббсом и Ридом.

19. Образование дефектов по Шоттки уменьшает плотность кристалла из-за…
1. увеличения его объема при постоянной массе;
2. уменьшение его массы при постоянном объеме;
3. уменьшением его объема и увеличением массы;
4. уменьшение его массы и уменьшения объема.

20. При температуре абсолютного нуля уровень Ферми для собственного полупроводника располагается…
1. посередине между дном зоны проводимости и потолком валентной зоны;
2. посередине между дном зоны проводимости и уровнем донорной примеси;
3. посередине между уровнем акцепторной примеси и потолком валентной зоны;
4. находится в валентной зоне.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Типы сил связи в конденсированном состоянии.

2. Химическая связь и ближний порядок.

3. Обратная решетка, ее свойства.

4. Зона Бриллюэна.

5. Элементы симметрии кристаллов: повороты, отражения, инверсия, инверсионные повороты, трансляции.

6. Эффект Холла.

7. Термо-ЭДС.

8. Фотопроводимость.

9. Намагниченность и восприимчивость.

10. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики.

11. Законы Кюри и Кюри – Вейсса.

Согласована на портале № 47133

12. Парамагнетизм и диамагнетизм электронов проводимости.

13. Природа ферромагнетизма. Фазовый переход в ферромагнитное состояние.

14. Точка Кюри и восприимчивость ферромагнетика.

15. Ферромагнитные домены. Причины появления доменов. Доменные границы (Блоха, Нееля).

16. Антиферромагнетики. Магнитная структура. Точка Нееля. Восприимчивость антиферромагнетиков.

17. Ферримагнетики. Магнитная структура ферримагнетиков.

18. Спиновые волны, магноны.

19. Движение магнитного момента в постоянном и переменном магнитных полях.

20. Электронный парамагнитный резонанс.

21. Ядерный магнитный резонанс.

22. Комплексная диэлектрическая проницаемость и оптические постоянные.

23. Коэффициенты поглощения и отражения.

24. Соотношения Крамерса—Кронига.

25. Поглощения света в полупроводниках (межзонное, примесное поглощение, поглощение свободными носителями, решеткой).

26. Определение основных характеристик полупроводника из оптических исследований.

27. Магнитооптические эффекты (эффекты Фарадея, Фохта и Керра).

28. Проникновение высокочастотного поля в проводник. Нормальный и аномальный скин-эффекты. Толщина скин-слоя.

29. Сверхпроводимость. Критическая температура.

30. Высокотемпературные сверхпроводники.

31. Эффект Мейснера.

32. Критическое поле и критический ток.

33. Сверхпроводники первого и второго рода. Их магнитные свойства.

34. Эффект Джозефсона.

35. Куперовское спаривание. Длина когерентности. Энергетическая щель.

14.1.3. Вопросы дифференцированного зачета

1. Электронная структура атомов.

Согласована на портале № 47133

2. Химическая связь и валентность.

3. Структура вещества с ненаправленным взаимодействием.

4. Примеры кристаллических структур, отвечающих плотным упаковкам шаров.

5. Кристаллические и аморфные твердые тела.

6. Трансляционная инвариантность.

7. Базис и кристаллическая структура.

8. Элементарная ячейка.

9. Классификация решеток Браве.

10.Точечные дефекты, их образование и диффузия.

11. Вакансии и межузельные атомы.

12. Дефекты Френкеля и Шоттки.

13. Линейные дефекты.

14. Роль дислокаций в пластической деформации.

15. Распространение волн в кристаллах.

16. Дифракция рентгеновских лучей, нейтронов и элек-тронов в кристалле.

17. Упругое и неупругое рассеяние, их особенности. Брэгговские отражения.

18. Дифракция в аморфных веществах.

19. Колебания кристаллической решетки.

20. Уравнения движения атомов.

21. Простая и сложная одномерные цепочки атомов.

22. Закон дисперсии упругих волн.

23. Фононы.

24. Электрон-фононное взаимодействие.

25. Теплоемкость твердых тел.

26. Решеточная теплоемкость.

27. Электронная теплоемкость.

28. Классическая теория теплоемкости.

Согласована на портале № 47133

29. Закон равномерного распределения энергии по степе-ням свободы в классической физике.

30. Границы справедливости классической теории.

31. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю.

32. Теплопроводность решеточная и электронная.

33. Электронные свойства твердых тел.

34. Основные приближения зонной теории.

35. Граничные условия Борна – Кармана.

36. Теорема Блоха.

37. Приближение сильносвязанных электронов.

38. Заполнение энергетических зон электронами.

39. Поверхность Ферми.

40. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Полуметаллы.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;

Согласована на портале № 47133

– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 47133