МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы физики твердого тела

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **27.03.05 Инноватика**
Направленность (профиль) / специализация: **Управление инновациями в электронной технике**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФИТ, Факультет инновационных технологий**
Кафедра: **УИ, Кафедра управления инновациями**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	8	8	часов
2	Практические занятия	10	10	часов
3	Всего аудиторных занятий	18	18	часов
4	Самостоятельная работа	54	54	часов
5	Всего (без экзамена)	72	72	часов
6	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	З.Е.

Зачет: 4 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 27636

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 8 от «25» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.03.05 Инноватика, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УИ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент Кафедра управления инновациями (УИ)	_____	Г. Н. Нариманова
Заведующий обеспечивающей каф. УИ	_____	Г. Н. Нариманова

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФИТ	_____	Г. Н. Нариманова
Заведующий выпускающей каф. УИ	_____	Г. Н. Нариманова

Эксперты:

Доцент кафедры управления инновациями (УИ)	_____	П. Н. Дробот
Доцент кафедры управления инновациями (УИ)	_____	М. Е. Антипин

Согласована на портале № 27636

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

является формирование физических представлений об основных понятиях и идеях физики твердого тела и методах решения задач, научить студентов воспринимать (обобщать) научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования

1.2. Задачи дисциплины

– формирование физических представлений об основных понятиях и идеях физики твердого тела для применения этих знаний при работе в различных областях науки и техники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы физики твердого тела» (ФТД.1) относится к блоку ФТД.1.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Физика.

Последующими дисциплинами являются: Электротехника и электроника.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-9 способностью использовать когнитивный подход и воспринимать (обобщать) научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** • основные физические величины, знать их определение, смысл, способы и единицы их измерения, основные характеристики и параметры кристаллических твердых тел; • виды волн, распространяющихся в кристаллах; • контактные явления на границе кристаллических веществ

– **уметь** воспринимать и обобщать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт разработок физики твердого тела.

– **владеть** различными методиками физических измерений и обработки экспериментальных данных

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	18	18
Лекции	8	8
Практические занятия	10	10
Самостоятельная работа (всего)	54	54
Проработка лекционного материала	22	22
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	6
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	26	26
Всего (без экзамена)	72	72
Общая трудоемкость, ч	72	72
Зачетные Единицы	2.0	2.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Согласована на портале № 27636

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 Геометрия кристаллической решетки	1	0	4	5	ПК-9
2 Колебания атомов кристаллической решетки	1	2	10	13	ПК-9
3 Зонная теория электронных состояний в кристалле	2	2	12	16	ПК-9
4 Электрические, оптические, тепловые и магнитные свойства твердых тел	2	2	8	12	ПК-9
5 Кинетические процессы в кристаллах	1	2	10	13	ПК-9
6 Современные проблемы в физике сплошных сред	1	2	10	13	ПК-9
Итого за семестр	8	10	54	72	
Итого	8	10	54	72	

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 Геометрия кристаллической решетки	Простые и сложные кристаллические решетки. Элементы теории групп и симметрия кристаллов. Применение теории групп к трансляционной симметрии кристалла. Правило отбора.	1	ПК-9
	Итого	1	
2 Колебания атомов кристаллической решетки	Природа сил взаимодействия атомов в кристалле. Квантовые колебания. Фотоны. Плотность состояний.	1	ПК-9
	Итого	1	
3 Зонная теория электронных состояний в кристалле	Адиабатическое приближение. Электрон в периодическом поле. Зона Бриллюэна. Теория функционала электронной плотности	2	ПК-9
	Итого	2	
4 Электрические, оптические, тепловые и магнитные свойства твердых тел	Металлы, диэлектрики, полупроводники. Статистика электронов и дырок. Теплоемкость электронов. Парамагнетизм и диамагнетизм электронов проводимости в металлах и полупроводниках. Циклотронный резонанс	2	ПК-9

Согласована на портале № 27636

	Итого	2	
5 Кинетические процессы в кристаллах	Уравнение Больцмана. Электрон-фотонное взаимодействие. Теория деформационного потенциала. Электропроводность.	1	ПК-9
	Итого	1	
6 Современные проблемы в физике сплошных сред	Полупроводниковые наноструктуры. Размерное квантование. Квантовый эффект Холла.	1	ПК-9
	Итого	1	
Итого за семестр		8	

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
Предшествующие дисциплины						
1 Физика	+	+	+	+	+	
Последующие дисциплины						
1 Электротехника и электроника				+	+	

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

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-9	+	+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Зачет, Тест

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			
2 Колебания атомов кристаллической решетки	Динамическая матрица. Квантование колебаний. Фотоны. Плотность состояний.	2	ПК-9
	Итого	2	

Согласована на портале № 27636

3 Зонная теория электронных состояний в кристалле	Адиабатическое приближение. Электрон в периодическом поле. Зона Бриллюэна. Методы расчета зонной структуры: метод сильной связи. Метод псевдопотенциала. Теория функционала электронной плотности	2	ПК-9
	Итого	2	
4 Электрические, оптические, тепловые и магнитные свойства твердых тел	Металлы, диэлектрики, полупроводники. Статистика электронов и дырок. Теплоемкость электронов. Парамагнетизм и диамагнетизм электронов проводимости в металлах и полупроводниках. Циклотронный резонанс. Механизмы поглощения света. прямые и непрямые переходы.	2	ПК-9
	Итого	2	
5 Кинетические процессы в кристаллах	Уравнение Больцмана. Электрон-фотонное взаимодействие. Взаимодействие с полярными фотонами. Время релаксации фотонов проводимости. Электропроводность.	2	ПК-9
	Итого	2	
6 Современные проблемы в физике сплошных сред	Полупроводниковые наноструктуры. Размерное квантование. Квантовый эффект Холла. Топологически защищенные состояния	2	ПК-9
	Итого	2	
Итого за семестр		10	

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 Геометрия кристаллической решетки	Проработка лекционного материала	4	ПК-9	Домашнее задание, Зачет, Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	4		
2 Колебания атомов кристаллической решетки	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-9	Домашнее задание, Зачет, Конспект самоподготовки, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	10		
3 Зонная теория электронных состояний в кристалле	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-9	Домашнее задание, Зачет, Конспект самоподготовки, Тест
	Самостоятельное изуче-	6		

Согласована на портале № 27636

	ние тем (вопросов) теоретической части курса			
	Итого	12		
4 Электрические, оптические, тепловые и магнитные свойства твердых тел	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-9	Домашнее задание, Зачет, Конспект самоподготовки, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
5 Кинетические процессы в кристаллах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-9	Домашнее задание, Зачет, Конспект самоподготовки, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	10		
6 Современные проблемы в физике сплошных сред	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-9	Домашнее задание, Зачет, Конспект самоподготовки, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	10		
Итого за семестр		54		
Итого		54		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
4 семестр				
Домашнее задание	10	10	10	30
Зачет			30	30
Конспект самоподготовки	10	10	5	25
Тест			15	15
Итого максимум за период	20	20	60	100
Нарастающим итогом	20	40	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Согласована на портале № 27636

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Савельев И.В. Курс общей физики: учебное пособие для втузов: В 3 т. Т. 1: Механика. Молекулярная физика. – 7-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2007.– 432 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 155 экз.)

2. Савельев И.В. Курс общей физики: учебное пособие для втузов: В 3 т. Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – 7-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2007.– 317 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 151 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Чертов А.Г., Воробьёв А.А. Задачник по физике: Учебное пособие для вузов. – 8-е изд., перераб. и доп.– М.: Физматлит, 2007. – 640 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 99 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Основы физики твердого тела [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям / О. В. Килина - 2018. 12 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8788 (дата обращения: 10.11.2018).

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:

Согласована на портале № 27636

– 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. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к базам данных,
2. информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh, в том числе:
3. http://journals.ioffe.ru/journals/1
4. http://journals.ioffe.ru/journals/2

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

Лаборатория ГПО

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 126 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер Celeron;
- Компьютер WS3 (5 шт.);
- Компьютер WS2 (2 шт.);
- Доска маркерная;
- Проектор LG RD-JT50;
- Экран проекторный;
- Экран на штативе Draper Diplomat;
- Осциллограф GDS-82OS;
- Паяльная станция ERSA Dig2000a Micro (2 шт.);
- Паяльная станция ERSA Dig2000A-Power;
- Колонки Genius;
- Веб-камера Logitech;
- Роутер ASUS;
- Проигрыватель DVD Yamaha S661;
- Учебно-методическая литература;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Microsoft Windows 7 Pro
– OpenOffice

Согласована на портале № 27636

– OrCAD Capture CIS lite 2016
– T-FLEX CAD

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 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. В кристаллах возможны оси симметрии:
-любых порядков
-1, 2, 3, 4, 6 порядков
-2,3,4,5,6 порядков
-6, 7, и т.д. порядков

Согласована на портале № 27636

2. Сколько кристаллических систем (сингоний) существует в геометрической кристаллографии?

-14

-3

-7

-6

3. В каком методе рентгеноструктурного анализа используется немонохроматический пучок рентгеновского излучения?

-метод вращающегося кристалла

-метод Дебая –Шеррера

-метод Лауэ

-метод Эвальда

4. Какая связь является универсальной, т.е. присущей всем твердым телам?

-металлическая

-ионная

-ковалентная

-молекулярная связь (Ван-дер-Ваальса)

5. Энергетический спектр электронов в кристаллах имеет вид:

-непрерывный

-линейчатый

-зонный

-смешанный

6. Уровень Ферми в полупроводниках вблизи абсолютного нуля расположен:

-в валентной зоне

-в зоне проводимости

-в запрещенной зоне

-в запрещенной зоне вблизи потолка валентной зоны;

7. Какой статистике подчиняются электроны в сверхпроводнике?

-Больцмана;

-Бозе – Эйнштейна;

-Ферми-Дирака;

-Максвелла.

8. В полупроводнике с донорной примесью локальный примесный уровень энергии электронов расположен:

-в запрещенной зоне вблизи дна зоны проводимости;

-в запрещенной зоне вблизи потолка валентной зоны;

-в валентной зоне;

-в зоне проводимости.

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

-теория Эйнштейна;

-теория Дебая;

-фононная теория;

-теория Борна.

10. Какой статистике подчиняется электронный газ в металлах?:

Больцмана;

Максвелла;

Бозе - Эйнштейна;

Ферми- Дирака.

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

-т.к. они остаются «вырожденными» вплоть до температур плавления;

-т.к. «экранируются» кристаллической решеткой;

-т.к. подчиняются принципу Паули;

Согласована на портале № 27636

-т.к. повышение температуры оказывает влияние только на электроны, находящиеся вблизи уровня Ферми.

12. Частицы в молекулярных кристаллах удерживаются:

-кулоновским взаимодействием

-силами Ван-дер- Ваальса;

-электрическим диполь-дипольным взаимодействием;

-магнитными взаимодействиями.

13. Какая связь (связи) из перечисленных носит насыщенный и направленный характер?

-металлическая;

-водородная;

-ионная;

-ковалентная.

14. Какой основной тип связи, как правило, осуществляется в полупроводниках?

-ионный;

-ковалентный;

-металлический;

-водородный.

15. Сверхпроводник в сверхпроводящем состоянии является:

-парамагнетиком;

-ферромагнетиком;

-диамагнетиком;

-сегнетоэлектриком.

16. Переход проводника в сверхпроводящее состояние:

-это фазовый переход I рода;

-это фазовый переход II рода;

-сопровождается скачком свободной энергии;

-сопровождается скачком теплоемкости.

17. Где используется эффект Зеебека?

-для измерения давления и температуры;

-для создания термопары;

-для измерения температуры;

-для генерации электрического тока.

18. Внешняя контактная разность потенциалов обусловлена:

-различием работ выхода;

-разностью уровней Ферми;

-поверхностными явлениями:

-эффектом Зеебека.

19.Какой диаметр должен иметь стальной трос подъемного крана, если максимальная масса поднимаемого груза 10 т? Предел прочности 850 МПа, запас прочности должен быть равным 6.

-2 см

-5 см

-4 см

-6 см

20. Медная проволока натянута горячей при температуре 150 °С между двумя прочными неподвижными стенками. При какой температуре, остывая, разорвется проволока? Считать, что закон Гука справедливым вплоть до разрыва стержня.

-30 °С

-5 °С

-20 °С

-40 °С

14.1.2. Зачёт

1. Простые и сложные кристаллические решетки.

2. Элементы теории групп и симметрия кристаллов.

3. Применение теории групп к трансляционной симметрии кристалла. Правило отбора.

Согласована на портале № 27636

4. Природа сил взаимодействия атомов в кристалле.
5. Квантовые колебания. Фотоны. Плотность состояний.
6. Адиабатическое приближение. Электрон в периодическом поле.
7. Зона Бриллюэна. Теория функционала электронной плотности
8. Металлы, диэлектрики, полупроводники. Статистика электронов и дырок.
9. Теплоемкость электронов.
10. Парамагнетизм и диамагнетизм электронов проводимости в металлах и полупроводниках. Циклоторонный резонанс
11. Уравнение Больцмана. Электрон-фотонное взаимодействие.
12.Теория деформационного потенциала. Электропроводность.
13. Полупроводниковые наноструктуры.
14. Размерное квантование.
15. Квантовый эффект Холла.

14.1.3. Вопросы на самоподготовку

1.Структура энергетических зон кристаллов IV группы и AIIIBV
2. Топологически защищенные состояния
3. Метод псевдопотенциала. Теория функционала электронной плотности

14.1.4. Темы домашних заданий

1.Динамическая матрица. Квантование колебаний. Фотоны. Плотность состояний.
2. Адиабатическое приближение. Электрон в периодическом поле. Зона Бриллюэна. Методы расчета зонной структуры: метод сильной связи. Метод псевдопотенциала. Теория функционала электронной плотности
3. Металлы, диэлектрики, полупроводники. Статистика электронов и дырок. Теплоемкость электронов. Парамагнетизм и диамагнетизм электронов проводимости в металлах и полупроводниках. Циклотронный резонанс. Механизмы поглощения света. прямые и непрямые переходы.
4. Уравнение Больцмана. Электрон-фотонное взаимодействие. Взаимодействие с полярными фотонами.
Время релаксации фотонов проводимости. Электропроводность.
5. Полупроводниковые наноструктуры. Размерное квантование. Квантовый эффект Холла. Топологически защищенные состояния

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

Согласована на портале № 27636

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;
- 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 № 27636