

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. аль-Фараби

Факультет физико-технический

Утверждено

на заседании Ученого совета
Физико-технического факультета
Протокол № 6 от 27 июня 2014 г.

Декан факультета

А. Е. Давлетов

СИЛЛАБУС

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

для специальности «Вычислительная техника и программное обеспечение» (5В070400)
бакалавриат
2 курс, семестр весенний, 3 кредита (2+1+0)

Преподаватель (лекции, семинары, СРС): *Мигунова Анастасия Анатольевна*

Телефон: 3773412 (КФТТиНФ), моб. 87054433515

e-mail: anastassiya.migunova@gmail.com

каб. 528, 349

Цель и задачи дисциплины

Целью курса является сформировать у обучающихся базовые знания в области анализа атомарного, молекулярного, наноразмерного, поли- и монокристаллического, а также аморфного строения веществ, поведения проводящих, изолирующих и промежуточных материалов в различных полях – тепловых, электрических, магнитных, под воздействием деформирующих сил и различных видов излучений, с элементами кристаллографии, структурного и тензорного анализа, квантовой механики и классических методов математической физики.

Основной формой изложения материала курса являются лекции. На семинарские занятия отводится один час в неделю. Семинары предназначены для решения практических задач по темам лекционных занятий для лучшего закрепления теоретических основ. Для самостоятельной работы предлагаются домашние задания в форме задач и докладов на отдельные небольшие темы. Решение задач на семинарах предполагает использование расчетов и графической интерпретации результатов в программах Excel и Mathcad. Задачи данного курса взяты не из задачников. Они являются прямым следствием научных экспериментов. Источники входных данных обязательно указываются в задачах. Чаще всего это публикации в научных журналах и результаты физических экспериментов, полученные автором разработанного курса. Поскольку для обработки берутся модельные материалы, то есть хорошо изученные, ответами задач являются табличные значения расчетных параметров материалов.

Компетенции (результаты обучения): владение современными представлениями, теориями и расчетами поведения различных материалов во внешних силовых полях, таких как температурное, электрическое и магнитное, понимание свойств, проявляющихся при

механических воздействиях, на контакте двух веществ, ознакомление с областями использования различных свойств материалов.

Общие компетенции бакалавра:

При освоении курса “Материаловедение” студент должен знать:

- Основы кристаллографического строения материалов, типы межатомных связей и дефектов

- Элементы статистической физики (распределения квантовых состояний структурных частиц по Ферми-Дираку и Бозе-Эйнштейну)

- Зонную теорию твердых тел, уравнение Шредингера для кристалла, функции Блоха, происхождение зон Бриллюэна, понятие эффективной массы

- Механические свойства материалов: упругость, пластичность, твердость, хрупкость и др.

- Тепловые свойства материалов (модели теплоемкости, теплопроводности, термического расширения)

- Электрические свойства материалов (температурную зависимость электропроводности, основные характеристики проводников, полупроводников и диэлектриков)

- Основы теории сверхпроводимости (теория Бардена-Купера-Шриффера, эффект Мейснера, эффекты Джозефсона, фазовые переходы 1, 2 и 1,5 рода)

- Магнитные свойства материалов (ферро-, пара и диамагнетики и их отличительные особенности)

- Оптические свойства материалов (явления при взаимодействии света с веществом)

должен уметь:

- Объяснять квантовые эффекты в материалах

- Определять параметры кристаллических структур

- Рассчитывать тензорные величины (напряжение, поляризуемость и др.)

- Анализировать зонные диаграммы

должен владеть методами расчетов физических свойств материалов и построения графических зависимостей в программах Excel и Mathcad.

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Не-де-ля	Название темы	Кол-во часов	Максимальный балл
Модуль 1 - Строение материалов			
1	Лекция 1. Виды сил связи атомов в молекулах и кристаллических решетках. Внутренняя структура твердых тел. Понятие электроотрицательности и потенциала взаимодействия. Ионная, ковалентная, металлическая, Ван-дер-Ваальсова, водородная связи	1	0
	Семинар 1. Расчет сил взаимодействия для различных видов связи в реальных материалах	1	12
	СРСП 1. Энергия связи. Виды поляризуемости. Гибридизация атомных орбиталей	1	3
2	Лекция 2. Элементы статистической физики. Невырожденные и вырожденные коллективы. Статистика Максвелла-Больцмана. Распределения квантовых состояний структурных частиц по Ферми-Дираку и Бозе-Эйнштейну	1	0
	Семинар 2. Решение задач: Вырожденные и невырожденные коллективы. Определение вероятности заполнения фермиевскими частицами (электронами и дырками) определенных энергетических	1	12

	уровней в полупроводниковых материалах и металлах. Расчет образования куперовских пар в критической точке и накопления их в бозе-эйнштейновском конденсате. Построение фононного спектра простых веществ.		
	СРСП 2. Функция распределения фермионов. Функция распределения бозонов	1	3
3	Лекция 3. Зонная теория твердых тел. Энергетический спектр кристаллов в пространстве волнового вектора. Уравнение Шредингера для кристалла, функции Блоха. Происхождение зон Бриллюэна. Понятие эффективной массы. Волны де Бройля	1	0
	Семинар 3. Решение задач: Контактные явления. Расчет работы выхода, контактной разности потенциалов, ширины области пространственного заряда в полупроводниках	1	12
	СРСП 3. Температурная зависимость энергетической зонной структуры в собственных и примесных полупроводниках.	1	3
4	Лекция 4. Обратное пространство. Построение сферы Эвальда. Решетки Бравэ. Ячейка Вигнера-Зейтца	1	0
	Семинар 4. Определение индексов Миллера плоскостей, узлов и направлений в решетках различных сингоний	1	12
	СРСП 4. Элементы кристаллографии. Пространственная решетка. Индексы Миллера. Трансляционная симметрия	1	3
5	Лекция 5. Методы исследования кристаллической структуры твердых тел. Рентгеноструктурный анализ. Формула Вульфа-Брэггов. Условие Лауэ.	1	0
	Семинар 5. Расчет дифрактограмм и электронограмм порошковых материалов и монокристаллов	1	12
	СРСП 5. Атомный и структурный факторы рассеяния. Фазовый состав материалов. Метод порошка (Дебая)	1	3
6	Лекция 6. Дефекты в материалах. Собственные точечные тепловые дефекты по Шоттки и по Френкелю. Примеси. Твердые растворы внедрения, замещения, вычитания. Уравнение диффузии. Законы Фика. Радиационные дефекты. Каскады смещений	1	0
	Семинар 6. Расчет диффузионных и ионно-имплантированных структур	1	12
	СРСП 6. Линейные двумерные дефекты (дислокации, дисклинации). Вектор Бюргерса. Границы зерен	1	3
7	Лекция 7. Аморфные материалы. Материалы с наноструктурой. Фотонные кристаллы. Метаматериалы	1	0
	Контрольная работа	1	10
	1 Рубежный контроль		100
	Промежуточный экзамен	2	100
Модуль 2 – Свойства материалов			
8	Лекция 8. Термодинамическое взаимодействие материалов. Фазовые состояния. Фазовые диаграммы двух-, трех- и многокомпонентных смесей. Вариантность системы. Электрохимический потенциал. Правило фаз Гиббса	1	0
	Семинар 8. Расчет и построение фазовых диаграмм двухкомпонентных систем	1	11
	СРСП 8. Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем с химическими соединениями. Конгруэнтное превращение в сплавах. Дальтониды и бертоллиды. Интерметаллиды. Монотектика	1	2

9	Лекция 9. Механические свойства материалов: упругость, пластичность, твердость, ползучесть	1	0
	Семинар 9. Нахождение механических характеристик материалов по диаграммам деформации. Расчет тензора напряжений. Расчет твердости сплавов и микротвердости материалов по Виккерсу и Бринеллю	1	11
	СРСП 9. Модули упругости и их взаимосвязи. Характеристики сдвига. Наклёп. Сверхпластичность. Характеристики изгиба. Характеристики кручения	1	2
10	Лекция 10. Тепловые свойства материалов. Модели теплоемкости Дюлонга-Пти, Джоуля-Коппа, Эйнштейна, Дебая. Фононы. Теплопроводность. Тепловое расширение твердых тел	1	0
	Семинар 10. Расчет теплоемкости, теплопроводности, термического расширения, температуры Дебая предложенных материалов в программе Mathcad	1	11
	СРСП 10. Нормальные колебания решетки. Нормальный осциллятор. Статистика фононов	1	2
11	Лекция 11. Электрические свойства материалов. Электропроводность металлов и полупроводников. Подвижность носителей заряда в полупроводниках. Температурные зависимости подвижности и электропроводности.	1	0
	Семинар 11. Расчет электропроводности металлов, сравнение с табличными значениями. Расчет электропроводности и подвижности полупроводников, тензора поляризуемости и дипольного момента диэлектриков	1	11
	СРСП 11. Закон Видемана-Франца. Поляризация диэлектриков. Явления в сильных электрических полях. Туннельный эффект Зинера и эффект Ганна	1	2
12	Лекция 12. Явление сверхпроводимости. Теория Бардена-Купера-Шриффера. Эффект Мейснера. Понятие фазового перехода. Сверхпроводимость 1, 2 и 1,5 рода. Вихри Абрикосова	1	0
	Семинар 12. Расчет плотности тока в сверхпроводниках, скачка теплоемкости в критической точке, условий левитации, параметров джозефсоновских контактов в среде Mathcad	1	11
	СРСП 12. Эффекты Джозефсона. ВТСП-керамики. СП провода. СКВИД	1	2
13	Лекция 13. Магнитные свойства материалов. Закон намагничивания Рэля. Магнитный гистерезис. Ферро-, пара и диамагнетики.	1	0
	Семинар 13. Анализ параметров магнитных материалов по магнитному гистерезису	1	11
	СРСП 13. Магнитотвердые и магнитомягкие материалы. Ферромагнетики и антиферромагнетики. Ферромагнетики. Антиферромагнетики. Магнитный резонанс. Суперпарамагнетизм. Виды магнетосопротивления	1	2
14	Лекция 14. Взаимодействие света с веществом. Оптические явления в материалах	1	0
	Семинар 14. Определение глубины скин-слоя в металлах при облучении монохроматическим светом, расчет плазменной частоты полупроводников, сравнение с табличными данными, расчет ширины запрещенной зоны полупроводниковых и диэлектрических пленок по спектрам пропускания и отражения в программе Excel	1	11

	СРСП 14. Фотопроводимость полупроводников. Люминесценция	1	2
15	Лекция 15. Современные наноматериалы, получение, свойства	1	0
	Контрольная работа	1	9
	2 Рубежный контроль		100
	Экзамен	2	100

Итоговая оценка по дисциплине = $\frac{PK1 + PK2}{2} \cdot 0,6 + 0,1MT + 0,3ИК$

Здесь PK1, PK2 – оценки рубежного контроля (сумма оценок текущего контроля), MT – оценка за Midterm Exam; ИК – оценка итогового контроля (экзамен во время сессии). Итоговая оценка по дисциплине рассчитывается и округляется в системе «Универ» автоматически.

Внимание! Необходимо выполнять задания своевременно! Каждый студент набирает 15 баллов в неделю. Получить недостающие баллы на следующей неделе невозможно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

- 1 Епифанов Г. И. Физика твердого тела. – М.: ВШ. – 1977. – 288 с.
- 2 Давыдов А. С. Теория твердого тела. – М.: Наука. – 1976. – 637 с.
- 3 Павлов П. В., Хохлов А. Ф. Физика твердого тела. – М.: Высшая школа. – 2000. – 494 с.
- 4 Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука – 1978. – 791 с.
- 5 Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. В двух томах. – М.: Мир. – 1979
- 6 Зиненко В. И., Сорокин Б. П., Турчин П. П. Основы физики твердого тела. – М.: Изд. Физ. Мат. Лит. – 2001. – 333 с.
- 7 Николаев И. Н., Маймистов А. И. Сборник задач по курсу «Физика твердого тела». – М. – 2009. – 60 с.
- 8 Задачи по физике твердого тела. Под ред. Голдсмида Г. Дж. – М.: Наука. – 1976. – 429 с.

Дополнительная:

- 1 Краткий справочник физико-химических величин. Под ред. Мищенко А. А. – Л.: Химия. – 1974. – 200 с.
- 2 Гинзбург И. Ф. Введение в физику твердого тела. Часть I. – Новосибирск. – 2003. – 218 с.
- 3 Шевченко О. Ю. Основы физики твердого тела. –С.-Петербург. – 2010. – 76 с.

АКАДЕМИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА КУРСА

Все виды работ необходимо выполнять и защищать в указанные сроки. Студенты, не сдавшие очередное задание или получившие за его выполнение менее 50% баллов, имеют возможность отработать указанное задание по дополнительному графику. Студенты, пропустившие лабораторные занятия по уважительной причине, отработывают их в дополнительное время в присутствии лаборанта, после допуска преподавателя. Студенты, не выполнившие все виды работ, к экзамену не допускаются. Кроме того, при оценке учитывается активность и посещаемость студентов во время занятий.

Будьте толерантны, уважайте чужое мнение. Возражения формулируйте в корректной форме. Плагиат и другие формы нечестной работы недопустимы. Недопустимы подсказывание и списывание во время сдачи СРС, промежуточного контроля и финального экзамена, копирование решенных задач другими лицами, сдача экзамена за другого студента. Студент, уличенный в фальсификации любой информации курса, несанкционированном доступе в Интранет, пользовании шпаргалками, получит итоговую оценку «F».

За консультациями по выполнению самостоятельных работ (СРС), их сдачей и защитой, а также за дополнительной информацией по пройденному материалу и всеми

другими возникающими вопросами по читаемому курсу обращайтесь к преподавателю в период его офис-часов.

Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент баллов	%-ное содержание	Оценка по традиционной системе
A	4,0	95-100	Отлично
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Хорошо
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-79	
C+	2,33	70-74	Удовлетворительно
C	2,0	65-69	
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D-	1,0	50-54	
F	0	0-49	Неудовлетворительно
I (Incomplete)	-	-	«Дисциплина не завершена» (не учитывается при вычислении GPA)
P (Pass)	-	-	«Зачтено» (не учитывается при вычислении GPA)
NP (No Pass)	-	-	«Не зачтено» (не учитывается при вычислении GPA)
W (Withdrawal)	-	-	«Отказ от дисциплины» (не учитывается при вычислении GPA)
AW (Academic Withdrawal)			Снятие с дисциплины по академическим причинам (не учитывается при вычислении GPA)
AU (Audit)	-	-	«Дисциплина прослушана» (не учитывается при вычислении GPA)
Атт.		30-60 50-100	Аттестован
Не атт.		0-29 0-49	Не аттестован
R (Retake)	-	-	Повторное изучение дисциплины

*Рассмотрено на заседании кафедры
протокол № 36 от 10 июня 2014 г.*

Заведующий КФТТиНФ, профессор

О. Ю. Приходько

Старший преподаватель

А. А. Мигунова