

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Декан ФФ

_____ О.Н. Чайковская

« _____ » _____ 2016 г.

Рабочая программа дисциплины

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

Направление подготовки

03.03.02 – Физика

Профиль подготовки

Фундаментальная физика

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

1. Код и наименование дисциплины

Код дисциплины В.7.14 «Физика твердого тела»
Специализация «Физика металлов»

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина относится к вариативной части блока Б1, входит в модуль по выбору «Физика металлов». Дисциплина обеспечивает процесс профессиональной подготовки бакалавров.

3. Год и семестр обучения

Третий год; пятый семестр

4. Входные требования для освоения дисциплины

Наличие у студента компетенций, сформированных при освоении дисциплин: атомная физика, электронная структура свободных атомов, кристаллография, аналитическая геометрия, дифференциальные уравнения.

5. Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часов, из которых 50 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (30 часов - занятия лекционного типа, 20 часов семинарские занятия); 16 часов практические занятия, 78 часов – самостоятельная работа обучающегося, на подготовку к экзамену отводится 36 часов.

6. Формат обучения

Очная

7. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1, 1 уровень	(ПК-1) — 1 ЗНАТЬ: специфику научного знания, современные проблемы физики, приемы самообразования. УМЕТЬ: приобретать систематические знания в выбранной области физики, анализировать возникающие в процессе научного исследования проблемы с точки зрения современных научных парадигм, осмысливать и делать обоснованные выводы из новой научной и учебной литературы. ВЛАДЕТЬ: навыками научного анализа и методологией научного подхода в научно-исследовательской и практической деятельности.
ПК-2, 1 уровень	ПК-2) — 1 ЗНАТЬ: основные стратегии исследований в выбранной области физики. УМЕТЬ: выделять и систематизировать основные цели исследований в выбранной области физики. ВЛАДЕТЬ: методами разработки стратегий исследований в выбранной области физики навыками исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий.

8. Содержание дисциплины и структура учебных видов деятельности

Таблица 8.1

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Контактная работа			Самостоятельная работа (час)
			Лекции	Практические занятия	Семинары	
1.	Силы связи и структура идеальных кристаллов	34	6	6	4	18
2.	Упругие свойства кристаллов	62	14	6	8	34
3.	Колебания атомов кристаллической решетки	24	5	2	4	13
4.	Тепловые свойства твердых тел	24	5	2	4	13
	Экзамен	36				36
	ВСЕГО	180	30	16	20	114

Содержание разделов дисциплины

Таблица 8.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1.	Силы связи и кристаллическая структура идеальных кристаллов.	Основы классификации твердых тел по типу сил связи. Механизм возникновения ковалентного, ионного и Ван-дер-ваальсовского взаимодействия в молекулах. Силы связи в кристаллах, металлическое взаимодействие. Структура кристаллов с различным типом взаимодействия. Коэффициенты упаковки и междоузлия в кристаллах. Энергия взаимодействия двух частиц при ионном и Ван-дер-ваальсовском взаимодействии. Энергия сил связи кристаллов при различных типах взаимодействия.
2.	Некоторые вопросы теории упругости.	Физические величины, описываемые тензорами различного ранга. Преобразования компонент тензора. Характеристическая поверхность 2-го порядка. Свойства характеристической поверхности. Главные оси тензора 2-го ранга. Описание напряженного состояния в точке твердого тела. Тензор напряжения и его симметрия. Преобразования компонент тензора напряжений при преобразовании системы координат. Частные формы тензора напряжений. Описание деформированного состояния в точке твердого тела в случае бесконечно малых и конечных деформаций. Закон Гука для изотропного и анизотропного твердого тела. Симметрия тензоров упругости. Влияние симметрии кристалла на число независимых компонент тензоров упругости кристаллов различных сингоний. Тензор упруго-изотропного твердого тела. Физический смысл констант упругости кристаллов

		кубической сингонии. Экспериментальное определение констант упругости кубических кристаллов. Связь констант упругости общей теории с техническими характеристиками упругости. Зависимость модуля Юнга от направления. Модуль сдвига в различных системах скольжения.
3.	Колебания атомов кристаллической решетки.	Одномерные колебания однородной струны. Упругие волны в кубических монокристаллах. Колебания одноатомной линейной цепочки. Колебания одномерной решетки с базисом. Закон дисперсии для одномерной решетки с двумя атомами на ячейку. Смещения атомов в акустической и оптической ветвях колебаний. Колебания атомов трехмерного кристалла. Квантовая теория гармонического кристалла. Фононы. Тепловое возбуждение фононов.
4.	Тепловые свойства твердых тел.	Закон Дюлонга и Пти. Теплоемкость в квантовой теории твердого тела. Теплоемкость решетки при высоких и низких температурах. Модель Эйнштейна и Дебая. Теплоемкость в модели Дебая. Тепловое расширение твердых тел. Теплопроводность твердых тел.

9. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Учебно-методическое обеспечение к дисциплине для самостоятельной работы студента составляют:

- основная и дополнительная учебная литература (см. Ресурсное обеспечение);
- практические занятия, предусматривающие решение задач студентами индивидуальных и групповых задач по всем разделам, изучаемого студентами теоретического материала;
- самостоятельная работа на практических занятиях в целях закрепления полученных знаний и навыков;
- вопросник для зачета.

Для эффективного освоения дисциплины студентам рекомендуется:

- после лекции просмотреть и обдумать текст конспекта (15 минут);
- накануне следующей лекции вспомнить материал предыдущей (15 минут);
- изучение теоретического материала по учебнику и конспекту (1 час в неделю);
- работа с литературой в библиотеке (1 час в неделю).

10. Форма промежуточной аттестации и фонд оценочных средств, включающий:

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина, и их карты: см. ФОС к дисциплине.
- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций: см. ФОС к дисциплине.
- Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения: см. ФОС к дисциплине.
- Промежуточная аттестация подразумевает проведение экзамена в устной форме, который предусматривает дифференциальное оценивание ответа. Экзаменационный билет включает 2 вопроса.

11. Ресурсное обеспечение

• Основная литература

1. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. – Ленанд, 2015.
2. Стрекалов Ю.А., Тенякова Н.А. Физика твердого тела. Учебное пособие. – М.: Инфра-М, 2013.
3. Чабанов В.Е. Курс лекций по физике твердого тела для технических вузов. СПб.: БХВ-Петербург, 2011.

• Дополнительная литература:

1. Брандт Н.Б., Чудинов С.М. Электроны и фононы в металлах. - М.: Изд-во Московского университета, 1990. Гл. 1-5.
2. Вонсовский С.В., Кацнельсон .М.И. Квантовая физика твердого тела. - М.: Наука, 1983. Гл. 1.2.
3. Амензаде Ю.А. Теория упругости. - М.: Высшая школа, 1971. - Гл. 1-4.
4. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. - М.: ФММ, 1978. Гл 3,6.
5. Физическое металловедение. Под ред. Кана Р.У., Хаазена П. - М.: Металлургия. 1982. - Т.1, гл. 7.
6. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. - М.: Высшая школа, 2000. - Гл. 2, 4, 5, 6.
7. Васильев Д.М. Физическая кристаллография. - М.: Металлургия, 1972. – Гл. 5, 6.
8. Смирнов А.А. Молекулярно-кинетическая теория металлов. - М.: Мир, 1966. - Гл. 2,7,8.
9. Най Дж. Физические свойства кристаллов. - М.: Мир,1967. - Гл. 6, 8.
10. Жирифалько Л. Статистическая физика твердого тела. М.: Мир, 1975. - Гл. 6, 8.
11. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. - М.: Мир, 1979. – Т.2, - Гл. 19, 20.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

1. Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электрон.-библиотечная система. – Электрон. дан. – СПб., 2010- . – URL: <http://e.lanbook.com/>
2. Издательство «Юрайт» [Электронный ресурс] : электрон.-библиотечная система. – Электрон. дан. – М., 2013- . URL: <http://www.biblio-online.ru/>
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс] / Научно-издательский центр Инфра-М. – Электрон. дан. – М., 2012- . URL: <http://znanium.com/>
4. Электронно-библиотечная система Консультант студента [Электронный ресурс] / ООО «Политехресурс». - М, 2012- . – URL: <http://www.studentlibrary.ru/>
5. Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ [Электронный ресурс] . – Электрон. дан. – Томск, 2011-. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
6. Электронный каталог [Электронный ресурс] / НИ ТГУ, Научная библиотека ТГУ. – Электрон. дан. – Томск, 2008-2016. – URL: <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?theme=system>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., 2000- . – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp?>
8. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справ. правовая система. – Электрон. дан. – М., 1992- . – Доступ из локальной сети Науч. б-ки Том. гос. ун-та.
9. Гарант [Электронный ресурс] : информ.-правовое обеспечение / НПП «Гарант-Сервис». – Электрон. дан. – М., 2016. – Доступ из локальной сети Науч. б-ки Том. гос. ун-та.
10. ScienceDirect [Electronic resource] / Elsevier B.V. – Electronic data. – Amsterdam, Netherlands, 2016. – URL: <http://www.sciencedirect.com/>
11. SpringerLink [Electronic resource] / Springer International Publishing AG, Part of Springer Science+Business Media. – Electronic data. – Cham, Switzerland, [s. n.]. – URL: <http://link.springer.com/>

12. ProQuest Ebook Central [Electronic resource] / ProQuest LLC. – Electronic data. – Ann Arbor, MI, USA, [s. n.]. – URL: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/tomskuniv-ebooks/home.action>

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса.

При осуществлении образовательного процесса предполагается использование мультимедийных технологий, электронных ресурсов и коммуникационных технологий, включая сайт физического факультета, социальные сети, электронную почту, личные сайты преподавателей.

Описание материально-технической базы.

Все виды материально-информационной базы Научной библиотеки ТГУ. Учебные занятия проходят в учебной аудитории с использованием мультимедийного, презентационного и интерактивного оборудования, в том числе интерактивной доски ActiveVision.

12. Язык преподавания: русский

13. Преподаватель: доцент Тухфатуллин Ахат Асхатович

Автор: доцент Тухфатуллин Ахат Асхатович

Рецензент: профессор Коротаев Александр Дмитриевич

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии физического факультета
Томского государственного университета

30.06.2016 года, протокол № 6-16.

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Декан ФФ

_____ О.Н. Чайковская

« _____ » _____ 2016 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА**

Направление подготовки
03.03.02 – Физика

Профиль подготовки
Фундаментальная физика

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина

В результате освоения дисциплины «Физика твердого тела» у обучающегося формируются следующие компетенции:

- ПК–1. Способствовать использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.
- ПК–2. Способствовать проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.

КОМПЕТЕНЦИЯ ПК-1: способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

Общепрофессиональная компетенция выпускника программы бакалавриата по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы бакалавриата, должен:

- **ЗНАТЬ:** специфику научного знания, современные проблемы физики, приемы самообразования.
- **УМЕТЬ:** приобретать систематические знания в выбранной области физики, анализировать возникающие в процессе научного исследования проблемы с точки зрения современных научных парадигм, осмысливать и делать обоснованные выводы из новой научной и учебной литературы.
- **ВЛАДЕТЬ:** навыками научного анализа и методологией научного подхода в научно-исследовательской и практической деятельности.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ПК-1) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: современные проблемы физики, основные методы и методики научно-исследовательской работы. Шифр: З (ПК-1) -1	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания современных проблем физики, основных методов и методик научно-исследовательской работы	Неполные знания современных проблем физики, основных методов и методик научно-исследовательской работы	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания современных проблемы физики, основных методов и методик научно-исследовательской работы	Сформированные и систематические знания современных проблем физики, основных методов и методик научно-исследовательской работы
УМЕТЬ: осмысливать информацию и делать обоснованные выводы из новой научной и учебной литературы для использования в научно-исследовательской работе Шифр: У (ПК-1) -1	Отсутствие умений	Фрагментарное следование основным принципам выбора методов ведения научно-исследовательской работы	В целом успешное, но не систематическое следование основным принципам выбора методов ведения научно-исследовательской работы	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выбирать эффективные методы ведения научно-исследовательской работы	Успешное и систематическое следование принципам выбора эффективных методов ведения научно-исследовательской работы

<p>УМЕТЬ: применять на практике знания современных проблем и новейших достижений физики, оценивать их эффективность Шифр: У (ПК-1) -2</p>	Отсутствие умений	Частично освоенное умение применять на практике знания современных проблем и новейших достижений физики, оценивать их эффективность	В целом успешное, но не систематическое умение применять на практике знания современных проблем и новейших достижений физики, оценивать их эффективность	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять на практике знания современных проблем и новейших достижений физики, оценивать их эффективность	Успешное и систематическое использование умения применять на практике знания современных проблем и новейших достижений физики, оценивать их эффективность
<p>ВЛАДЕТЬ: навыками работы с научной и учебной литературой Шифр: В (ПК-1) -1</p>	Не владеет	Фрагментарное владение понятийным аппаратом, не владеет навыками научного анализа при работе с научной и учебной литературой	В целом успешное, но не систематическое применение навыков научного анализа при работе с научной и учебной литературой, нуждается в помощи преподавателя или научного руководителя	Владеет навыками приобретения умений и знаний при работе с научной и учебной литературой	Свободно владеет понятийным аппаратом и навыками анализа научной и учебной литературой
<p>ВЛАДЕТЬ: методологией научного подхода в научно-исследовательской и практической деятельности, навыками приобретения умений и знаний Шифр: В (ПК-1) -2</p>	Не владеет	Фрагментарное владение методологией научного подхода в научно-исследовательской и практической деятельности	В целом успешное, но не систематическое применение научного подхода в научно-исследовательской и практической деятельности, навыков приобретения умений и знаний	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков научного анализа и методологии научного подхода в научно-исследовательской и практической деятельности, навыков приобретения умений и знаний	Успешное и систематическое применение навыков научного анализа и методологии научного подхода в научно-исследовательской и практической деятельности, навыков приобретения умений и знаний

Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ:

ПК-2: способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта/

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

Профессиональная компетенция выпускника программы бакалавриата по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы бакалавриата, должен:

- **ЗНАТЬ:** основные стратегии исследований в выбранной области физики.
- **УМЕТЬ:** выделять и систематизировать основные цели исследований в выбранной области физики.
- **ВЛАДЕТЬ:** методами разработки стратегий исследований в выбранной области физики навыками исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ПК-2) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: методы разработки стратегий исследования в выбранной области физики, критерии эффективности, ограничения применимости Шифр: 3 (ПК-2) -1	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания методов разработки стратегий исследования в выбранной области физики, критериев эффективности, ограничений применимости	Общие, но не структурированные знания методов разработки стратегий исследования в выбранной области физики, критериев эффективности, ограничений применимости	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов разработки стратегий исследования в выбранной области физики, критериев эффективности, ограничений применимости	Сформированные систематические знания методов разработки стратегий исследования в выбранной области физики, критериев эффективности, ограничений применимости
УМЕТЬ: анализировать альтернативные варианты стратегий и целей исследований в выбранной области физики, критерии их эффективности и ограничения применимости	Отсутствие умений	Частично освоенное умение анализировать альтернативные варианты стратегий и целей исследований в выбранной области физики, критерии их эффективности и ограничения применимости	В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ альтернативных вариантов стратегий и целей исследований в выбранной области физики, критериев их эффективности и ограничения применимости	В целом успешный, но содержащий отдельные пробелы анализ альтернативных вариантов стратегий и целей исследований в выбранной области физики, критериев их эффективности и ограничения применимости	Сформированное умение анализировать альтернативные варианты стратегий и целей исследований в выбранной области физики, критерии их эффективности и ограничения применимости

Шифр: У (ПК-2) -1					
<p>УМЕТЬ: самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в выбранной области физики, решать их с помощью современной аппаратуры, и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта</p> <p>Шифр: У (ПК-2) -2</p>	Отсутствие умений	Частично освоенное умение самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в выбранной области физики, решать их с помощью современной аппаратуры, и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	В целом успешно, но не систематически осуществляемое умение самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в выбранной области физики, решать их с помощью современной аппаратуры, и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в выбранной области физики, решать их с помощью современной аппаратуры, и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	Сформированное умение самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в выбранной области физики, решать их с помощью современной аппаратуры, и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта; умение оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации различных вариантов

<p>ВЛАДЕТЬ: навыками исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий</p> <p>Шифр: В (ПК-2) -1</p>	<p>Отсутствие навыков</p>	<p>Фрагментарное применение навыков исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий</p>
<p>ВЛАДЕТЬ: методами разработки стратегий исследований в выбранной области физики</p> <p>Шифр: В (ПК-2) -2</p>	<p>Отсутствие навыков</p>	<p>Фрагментарное применение навыков разработки стратегий исследований в выбранной области физики</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков разработки стратегий исследований в выбранной области физики</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков разработки стратегий исследований в выбранной области физики</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков разработки стратегий исследований в выбранной области физики</p>

2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания результатов обучения.

В курсе «Физика твердого тела» используется бально-рейтинговая система оценки знаний. Максимальная сумма баллов по дисциплине составляет 100 баллов и формируется следующим образом: 40 баллов по результатам текущей аттестации и 60 баллов по результатам промежуточной аттестации (экзамен). Итоговая аттестация по дисциплине складывается из суммы баллов, полученных по итогам текущего контроля и промежуточной аттестации (устного экзамена).

*Текущая успеваемость включает:

– активность студента на семинарских занятиях: 10 семинаров(0 - 4 балла) за каждый, итого 0 – 40 баллов.

Промежуточная аттестация проводится в форме устного экзамена, который предусматривает дифференцированное оценивание ответов (0-60 баллов). Каждый экзаменационный билет состоит из 2 теоретических вопросов, относящихся к различным разделам дисциплины. К экзамену допускаются только студенты, успешно прошедшие текущую аттестацию

Критерии формирования оценки на промежуточной аттестации (экзамен)

Количество баллов	Результат, продемонстрированный студентом на экзамене
40-60	Выставляется студенту, твердо знающему материал, грамотно и по существу излагающему его, умеющему применять полученные знания на практике, способному самостоятельно принимать и обосновывать решения, оценивать их эффективность.
30-40	Выставляется студенту, твердо знающему материал, грамотно и по существу излагающему его, умеющему применять полученные знания на практике, но допускающему не критичные неточности в ответе
15-30	Выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно точно формулирующему базовые понятия.
>15	Выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины

Соответствие рейтинговой оценки по стобалльной шкале пятибалльной шкале:

0-50 балла – «неудовлетворительно»;

51-70 баллов – «удовлетворительно»;

71-80 баллов – «хорошо»;

81-100 баллов – «отлично».

Распределение текущего контроля по семестру.

Семестр	Форма контроля	Срок отчетности	Максимальное количество баллов
1	Семинар	3 неделя, 7-9 неделя, 13-15 неделя	40
	Экзамен		60
	Суммарный рейтинг за семестр		100

Темы семинарских занятий

1. Механизмы возникновения различных типов взаимодействия в твердых телах.
2. Кристаллическая структура твердых тел с различным типом взаимодействия.
3. тензорное описание физических свойств кристаллов.
4. Геометрическая интерпретация симметричного тензора 2-го ранга.
5. приведение к главным осям тензора напряжений и деформации.
6. Физический смысл компонент тензора бесконечно малой деформации.
7. Обобщенный закон Гука для анизотропного твердого тела.
8. Собственная симметрия тензоров упругости. Влияние симметрии кристаллов на число Переменных компонент тензоров упругости.
9. Квантовая теория колебаний гармонического кристалла. Фононы. Тепловое возбуждение фононов.
10. Модель Дебая. Теплоемкость твердого тела в модели Дебая.

Темы практических занятий:

1. Задачи по кристаллической структуре твердых тел.
2. Задачи по расчету характеристик кристаллической структуры с различными коэффициентами упаковки.
3. Задачи по расчету характеристик взаимодействия 2-х частиц при ионном характере взаимодействия.
4. Задачи по эмпирическому расчету показателя степени сил отталкивания и теоретической прочности при ионном взаимодействии.
5. Задачи по расчету главных значений напряжений и деформации и направления главных осей для заданного тензора напряжений и деформаций.
6. Соотношения между упругими податливостями и жесткостями кубического кристалла.
7. Построение поверхности модуля Юнга для кристаллов кубической и гексагональной сингоний.
8. Задачи по тепловым свойствам твердых тел.

Перечень вопросов, выносимых на экзамен

- Классификация твердых по типу связей.
- Механизм возникновения различных типов взаимодействия.
- Связь кристаллической структуры идеальных кристаллов с типом взаимодействия.
- Модели расчета энергии кристаллов с различным типом взаимодействия.
- Коэффициент упаковки и междуузлия в кристаллах.
- Тензорное описание физических свойств кристаллов.
- Геометрическая интерпретация симметричного тензора 2-го ранга.
- Главные оси и главные значения симметричного тензора 2-го ранга.
- Тензорное описание деформации и напряженного состояния в точке твердого тела.
- Закон Гука для изотропных и анизотропных твердых тел.
- Собственная симметрия тензоров упругости.
- Закон Гука в матричных обозначениях
- Решение симметрии кристалла на число независимых компонент тензоров упругости
- Связь между компонентами тензоров податливости и жесткости.
- Физический смысл компонент тензоров податливости.

- Технические характеристики упругости и их связь с константами общей теории упругости.
- Методология теоретического исследования зависимости модуля Юнга от направления.
- Одномерные колебания однородной струны.
- Упругие волны в монокристаллах кубической сингонии.
- Связь скорости распространения упругой волны с константами упругости.
- Колебания одномерной цепочки с 1-м атомом на ячейку.
- Граничные условия для одномерной цепочки с 1-м атомом на ячейку.
- Колебания одномерной решетки с 2-мя атомами на ячейку.
- Квантовая теория гармонического колебания кристалла. Фононы.
- Тепловое возбуждение фононов.
- Закон Дюлонга и Пти.
- Общее выражение для теплоемкости в квантовой теории твердого тела.
- Модель Дебая
- Тепловое расширение твердых тел.
- Теплопроводность диэлектриков.