

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования - первый
проректор

_____Иванов А.Г.

« ____ » _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03
«ФИЗИКА ТВЁРДОГО ТЕЛА»

Направление подготовки/специальность
03.03.03 «Радиофизика»

Направленность (профиль)
Радиофизические методы по областям применения (биофизика)

Программа подготовки
академический бакалавриат

Форма обучения
очная

Квалификация (степень) выпуска
бакалавр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины «Физика твёрдого тела» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавриата 03.03.03 «Радиофизика», профиль «Радиофизические методы по областям применения (экология, медицина, биофизика, геофизика и др.)»

Программу составил(и):

Канд. физ.-мат. наук,
преподаватель кафедры физики и
информационных систем

Скачедуб А. _____

Рабочая программа дисциплины Б1.Б.06.04 «Оптика» утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем «4» мая 2017 г., протокол № 16.

Заведующий кафедрой (разработчика) Богатов Н.М. _____

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий «2» мая 2017 г., протокол № 9.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Копытов Г.Ф. _____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

«4» мая 2017 г., протокол № 6.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М. _____

Рецензенты:

В.А. Исаев, доктор физ.-мат. наук,
заведующий кафедрой теоретической физики
и компьютерных технологий
физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ» _____

Л.Р. Григорьян, кандидат физ.-мат. наук,
ген. директор ООО НПФ «Мезон» _____

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Рассмотрение взаимосвязи структуры и физических свойств твердых тел, а также важнейших физических механизмов, определяющих механические, электрические, тепловые и другие свойства твердых тел. Изучение физики твердого тела и твердотельной электроники. Физика твердого тела является одной из областей современной физики, представляющей не только самостоятельный научный интерес, но и являющейся теоретической базой при разработке и исследовании новых функциональных материалов, элементов твердотельной электроники и т.п. На основе знаний физики твердого тела и других физических дисциплин излагаются основные представления современной твердотельной электроники.

1.2 Задачи дисциплины.

Сформировать у студентов представления о физической природе явлений и эффектов в твердых телах, о разнообразии физических свойств твердых тел. При этом обращается внимание на возможности практического применения различных твердотельных материалов благодаря их физическим свойствам в качестве элементов (приборов, устройств) твердотельной электроники.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

В учебный план подготовки студентов по специальности 03.03.03 Радиофизика и электроника включен курс «Физика твердого тела». Курс относится к общепрофессиональным дисциплинам и дает начальные знания о физике твердого тела и о приборах построенных с использованием явлений, происходящих в конденсированных средах. Курс базируется на общенаучной подготовке студентов по общей физике, расширяя и углубляя знания в области кристаллографии, физики полупроводников и твердотельной электроники.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ОПК 1.

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	Способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности.	Законы излучения, поглощения, распространения света и описывающие их математические соотношения, единицы измерения оптических	Применять полученные знания для решения физических задач.	Практическим и навыками работы с оптическими устройствами, обработки данных оптических измерений, выполнения расчетов, решения

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
2.	ПК-5	Способностью внедрять готовые научные разработки.	величин, принципы работы оптических устройств. Знать основные физические законы и современные проблемы физики твёрдого тела.	Уметь работать с новыми научными данными.	задач. Навыками моделирования и прогнозирования свойств твёрдых тел.

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Распределение трудоемкости:

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			5			
Контактная работа, в том числе:						
Аудиторные занятия (всего):		66	66			
Занятия лекционного типа		34	34	-	-	-
Лабораторные занятия		-	-	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		32	32	-	-	-
		-	-	-	-	-
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		8	8			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:						
Курсовая работа		-	-	-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		29,7	29,7	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		-	-	-	-	-
Реферат		-	-	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		30	30	-	-	-
Контроль:						
Подготовка к экзамену		36	36			
Общая трудоемкость	час.	180	180	-	-	-
	в том числе контактная работа	74,3	74,3			
	зач. ед.	5	5			

2.2. Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре (для студентов ОФО):

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Классическая Физика твёрдого тела	19	6	4	-	9
2.	Симметрия кристаллов и химическое взаимодействие атомов	28,7	6	6	-	9,7
3.	Колебания кристаллической решетки	17	4	4	-	9
4.	Колебательные спектры кристаллов	17	4	4	-	9
5.	Элементы физической статистики	21	6	6	-	9
6.	Тепловые свойства твердых тел	16	4	4	-	8
7.	Основы зонной теории твердых тел	16	4	4	-	8
	<i>Итого по дисциплине:</i>	180	34	32	-	69,7

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Классическая Физика твёрдого тела.	Твёрдое тело. Силы связей между атомами и молекулами. Кристаллическая решетка. Типы кристаллических решеток.	Ответы на контрольные вопросы (КВ) / выполнение практических занятий (ПЗ) / тестирование (Т)
2	Симметрия кристаллов и химическое взаимодействие атомов.	Понятие группы. Представления групп. Неприводимые представления. Группы симметрии кристаллов. Точечная группа. Группа трансляций. Пространственная группа. Операции симметрии.	КВ / ПЗ / Т
3	Колебания кристаллической решетки.	Акустические и оптические ветви колебаний. Зона Бриллюэна. Фундаментальные колебания. Понятие о фононах. Симметрия колебаний. Теоретико-	КВ / ПЗ / Т

		групповой анализ. Понятие фактор-группы. Фактор-групповой анализ колебаний кристаллической решетки.	
4	Колебательные спектры кристаллов.	Инфракрасное поглощение и комбинационное рассеяние света.	КВ / ПЗ / Т
5	Элементы физической статистики.	Фермионы и бозоны. Функция распределения для вырожденного и невырожденного газа фермионов.	КВ / ПЗ / Т
6	Тепловые свойства твердых тел.	Теория теплоемкости Дебая. Температура Дебая. Закон Дюлонга и Пти. Теплоемкость электронного газа. Теплоемкость металлов. Ангармонизм колебаний кристаллической решетки как причина расширения твердых тел при нагревании. Теплопроводность диэлектриков. Теплопроводность металлов. Закон Видемана-Франца-Лоренца.	КВ / ПЗ / Т
7	Оптические свойства конденсированных сред	Качественное описание возникновения энергетических зон. Проводники, диэлектрики, полупроводники. Эффективная масса электронов и дырок.	КВ / ПЗ / Т

2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
	Классическая Физика твердого тела.	Введение. Структура твердых тел. Кристаллы и аморфные вещества. Трансляционная симметрия кристаллов. Решетка Бравэ. Кристаллографические системы координат. Функции, описывающие физические величины в кристалле. Обратная решетка. Зона Бриллюэна, индексы Миллера. Понятие о рентгеноструктурном анализе. Теорема Блоха, приведение к зоне Бриллюэна. Подсчет числа состояний в зоне Бриллюэна.	Ответы на контрольные вопросы (КВ) / выполнение практических занятий (ПЗ) / тестирование (Т)
	Симметрия кристаллов и химическое взаимодействие атомов.	Межатомное взаимодействие и основные типы связей в конденсированных средах. Энергетические характеристики химической активности атомов (потенциал ионизации, энергия химического сродства, электроотрицательность). Общая характеристика сил межатомного	КВ / ПЗ / Т

		взаимодействия. Элементарная теория химических сил связи в атомах и молекулах. Ионные, ковалентные и молекулярные кристаллы, металлы. Водородная связь. Потенциальная энергия взаимодействия атомов в конденсированной среде. Энергия связи атомов в твердом теле и ее оценка для различных типов связей. Постоянная Маделунга.	
	Колебания кристаллической решетки	Колебания кристаллической решетки. Типы колебаний. Продольная волна в однородном стержне. Колебания линейного монокристалла. Линейный кристалл с двумя атомами в элементарной ячейке. Тепловые свойства кристаллов. Модель Эйнштейна, модель Дебая. Тепловое расширение твердых тел. Эксперимент Каплянского.	КВ / ПЗ / Т
	Электронные свойства твердых тел	Электронные свойства твердых тел. Свободные электроны. Энергия Ферми. Теплоемкость электронного газа. Электропроводность металлов. Магнетизм электронного газа. Модель почти свободных электронов. Модель сильно связанных электронов. Примеси в кристалле.	КВ / ПЗ / Т
	Диэлектрики	Диэлектрические свойства твердых тел. Электронная поляризация. Упругая ионная поляризация. Ориентационная поляризация. Тепловая ионная поляризация.	КВ / ПЗ / Т
	Сегнетоэлектрики и магнетики	Сегнетоэлектрики. Антисегнетоэлектрики. Понятие о фазовых переходах второго рода. Магнитные свойства твердых тел. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферро- и антиферромагнетизм. Теплоемкость магнетиков.	КВ / ПЗ / Т
	Оптические свойства конденсированных сред	Плоские волны в кристаллах. Оптические свойства диэлектрических кристаллов. Зонная структура. Электроны и дырки. Экситоны. Принцип работы лазера. Генерация вторых гармоник. Параметрическая генерация света.	КВ / ПЗ / Т

2.3.3 Лабораторные занятия.

Лабораторные работы по данному курсу согласно учебному плану не предусмотрены.

2.3.4 Прикладная тематика курсовых работ (проектов).

Курсовые проекты не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
	Основные положения физики твёрдого тела	1. Петров, Юрий Васильевич Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю.В. Петров - Долгопрудный: Интеллект, 2013. 2. Морозов, Александр Игоревич Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] / А.И. Морозов - Долгопрудный: Интеллект, 2015. 3. Пергамент, Михаил Иосифович Методы исследований в экспериментальной физике: учебное пособие для студентов вузов / М.И. Пергамент - Долгопрудный: Интеллект, 2010. 4. Белоусов, Юрий Михайлович, Бурмистров, С.Н., Тернов, А.И. Задачи по теоретической физике: учебное пособие для студентов вузов / Ю.М. Белоусов, С.Н. Бурмистров, А.И. Тернов - Долгопрудный: Интеллект, 2013.
2.	Взаимодействие между атомами в конденсированной среде	1. Петров, Юрий Васильевич Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю.В. Петров - Долгопрудный: Интеллект, 2013. 2. Морозов, Александр Игоревич Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] / А.И. Морозов - Долгопрудный: Интеллект, 2015. 3. Пергамент, Михаил Иосифович Методы исследований в экспериментальной физике: учебное пособие для студентов вузов / М.И. Пергамент - Долгопрудный: Интеллект, 2010. 4. Белоусов, Юрий Михайлович, Бурмистров, С.Н., Тернов, А.И. Задачи по теоретической физике: учебное пособие для студентов вузов / Ю.М. Белоусов, С.Н. Бурмистров, А.И. Тернов - Долгопрудный: Интеллект, 2013.
3.	Колебания кристаллической решетки	1. Петров, Юрий Васильевич Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю.В. Петров - Долгопрудный: Интеллект, 2013. 2. Морозов, Александр Игоревич Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] / А.И. Морозов - Долгопрудный: Интеллект, 2015. 3. Пергамент, Михаил Иосифович Методы исследований в экспериментальной физике: учебное пособие для студентов вузов / М.И. Пергамент - Долгопрудный: Интеллект, 2010. 4. Белоусов, Юрий Михайлович, Бурмистров, С.Н.,

		Тернов, А.И. Задачи по теоретической физике: учебное пособие для студентов вузов / Ю.М. Белоусов, С.Н. Бурмистров, А.И. Тернов - Долгопрудный: Интеллект, 2013.
4.	Электронные свойства твердых тел	1. Петров, Юрий Васильевич Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю.В. Петров - Долгопрудный: Интеллект, 2013. 2. Морозов, Александр Игоревич Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] / А.И. Морозов - Долгопрудный: Интеллект, 2015. 3. Пергамент, Михаил Иосифович Методы исследований в экспериментальной физике: учебное пособие для студентов вузов / М.И. Пергамент - Долгопрудный: Интеллект, 2010. 4. Белоусов, Юрий Михайлович, Бурмистров, С.Н., Тернов, А.И. Задачи по теоретической физике: учебное пособие для студентов вузов / Ю.М. Белоусов, С.Н. Бурмистров, А.И. Тернов - Долгопрудный: Интеллект, 2013. 5. Тумаев, Евгений Николаевич Процессы переноса энергии электронного возбуждения в конденсированных средах: монография / Е. Н. Тумаев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т - Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2013.
5.	Диэлектрики	1. Петров, Юрий Васильевич Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю.В. Петров - Долгопрудный: Интеллект, 2013. 2. Морозов, Александр Игоревич Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] / А.И. Морозов - Долгопрудный: Интеллект, 2015. 3. Пергамент, Михаил Иосифович Методы исследований в экспериментальной физике: учебное пособие для студентов вузов / М.И. Пергамент - Долгопрудный: Интеллект, 2010. 4. Белоусов, Юрий Михайлович, Бурмистров, С.Н., Тернов, А.И. Задачи по теоретической физике: учебное пособие для студентов вузов / Ю.М. Белоусов, С.Н. Бурмистров, А.И. Тернов - Долгопрудный: Интеллект, 2013. 5. Кудряшов, Николай Алексеевич Методы нелинейной математической физики: [учебное пособие] / Н.А. Кудряшов - Долгопрудный: Интеллект, 2010.
6.	Сегнетоэлектрики и магнетики	1. Мейлихов, Евгений Залманович Магнетизм. Основы теории: [учебное пособие] / Е.З. Мейлихов - Долгопрудный: Интеллект, 2014. 2. Петров, Юрий Васильевич Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю.В. Петров - Долгопрудный: Интеллект, 2013. 3. Морозов, Александр Игоревич Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] / А.И. Морозов - Долгопрудный: Интеллект, 2015. 4. Пергамент, Михаил Иосифович Методы исследований в экспериментальной физике: учебное пособие для студентов вузов / М.И. Пергамент - Долгопрудный: Интеллект, 2010.

		5. Белоусов, Юрий Михайлович, Бурмистров, С.Н., Тернов, А.И. Задачи по теоретической физике: учебное пособие для студентов вузов / Ю.М. Белоусов, С.Н. Бурмистров, А.И. Тернов - Долгопрудный: Интеллект, 2013.
7.	Оптические свойства конденсированных сред	1. Демтредер, Вольфганг Современная лазерная спектроскопия: [учебное пособие] /В. Демтредер ; пер. с англ. М.В. Рябининой, Л.А. Мельникова, В.Л. Дербова ; под ред. Л.А. Мельникова - Долгопрудный: Интеллект, 2014. 2. Тарасов, Лев Васильевич Физика лазера: /Л.В. Тарасов Изд. 2-е, испр. и доп. -М.: URSS, 2010. 3. Петров, Юрий Васильевич Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю.В. Петров - Долгопрудный: Интеллект, 2013. 4. Морозов, Александр Игоревич Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] / А.И. Морозов - Долгопрудный: Интеллект, 2015. 5. Пергамент, Михаил Иосифович Методы исследований в экспериментальной физике: учебное пособие для студентов вузов /М.И. Пергамент - Долгопрудный: Интеллект, 2010. 6. Белоусов, Юрий Михайлович, Бурмистров, С.Н., Тернов, А.И. Задачи по теоретической физике: учебное пособие для студентов вузов / Ю.М. Белоусов, С.Н. Бурмистров, А.И. Тернов - Долгопрудный: Интеллект, 2013.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: дискуссия, разбор конкретных ситуаций, творческие задания, мозговой штурм.

Большая часть лекций и практические занятия проводятся с использованием доски и справочных материалов. Для проведения меньшей части лекционных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемой профессии, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии, а так же формировании профессиональных компетенций. Используются программы моделирования физических процессов в физике конденсированного состояния вещества и программы онлайн-контроля знаний студентов (в том числе программное обеспечение дистанционного

обучения).

По изучаемой дисциплине студентам предоставляется возможность открыто пользоваться (в том числе копировать на личные носители информации) подготовленными ведущим данную дисциплину лектором материалами в виде электронного комплекса сопровождения, включающего в себя: электронные конспекты лекций; электронные варианты учебно-методических пособий.

Дополнительная форма контроля эффективности усвоения материала и приобретения практических навыков заключается в открытой интерактивной защите лабораторной работы на устном выступлении перед аудиторией сокурсников.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и путем подготовки докладов;

- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для текущего контроля.

Текущий контроль: проверка домашних заданий по семинарским занятиям, ответы на вопросы по соответствующим разделам изучаемой дисциплины.

Итоговый контроль: Экзамен.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Практическое задание №1:

Определить все элементы симметрии, порожденные: а) двумя плоскостями симметрии; б) плоскостью симметрии и перпендикулярной ей осью симметрии; в) осью симметрии порядка n и проходящей вдоль нее плоскостью; г) осью симметрии порядка n и перпендикулярной ей осью второго порядка; д) двумя пересекающимися осями симметрии; е) четной инверсионной осью и плоскостью, проходящей вдоль нее.

Практическое задание №2:

Найти все элементы симметрии точечной группы $m\bar{3}m$.

Практическое задание №3:

Доказать, что ГПУ решетка не может содержать один атом на одну точку решетки.

Практическое задание №4:

Определить тип решетки Бравэ, узлы которой образованы декартовыми координатами n_1, n_2, n_3 в случае: а) n_i либо все четные, либо все нечетные; б) сумма n_i обязательно четная.

Практическое задание №4:

Определить сингонию кристаллов точечной симметрии 23 , 32 и $mm2$, подвергнутых действию одноосного механического напряжения вдоль кристаллографических осей.

Практическое задание №5:

Найти угол между нормалью к плоскости (031) и направлением $[010]$ в тетрагональном кристалле с параметрами элементарной ячейки $a = 10 \text{ \AA}$, $c = 9 \text{ \AA}$.

Практическое задание №6:

Для определения гексагональных кристаллов более удобна четырехосная система Миллера–Бравэ. Доказать, что в системе индексов $hkil$ Миллера–Бравэ $h + k + i = 0$.

Практическое задание №7:

Определить пространственное расположение осей второго порядка в группах $P222$, $P222_1$, $P2_12_12$, $P2_12_12_1$.

Практическое задание №8:

Доказать, что для векторов трансляций прямой $\mathbf{R}$ и обратной $\mathbf{G}$ решеток выполняется: $\mathbf{R} \cdot \mathbf{G} = 2\pi \times k$, где k — целое число.

Практическое задание №9:

Построить обратную решетку и найти размеры и форму ячейки Вигнера–Зейтца для ромбической решетки с векторами примитивных трансляций $\mathbf{a} = 2\mathbf{i}$, $\mathbf{b} = \mathbf{j}$, $\mathbf{c} = 4\mathbf{k}$.

Практическое задание №10:

Отражение первого порядка рентгеновских лучей в кубическом кристалле имеет длину волны $2,10 \text{ \AA}$. Найти параметр ячейки, если угол скольжения равен $10^\circ 5'$.

Оценка "5" ("отлично") выставляется студенту, обнаружившему всестороннее систематическое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять практические задания, освоившему основную литературу и знакомому с дополнительной литературой, рекомендованной программой. "Оценка "5" ("отлично") выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

Оценка "4" ("хорошо") выставляется студенту, обнаружившему полное знание учебно-программного материала, успешно выполнившему предусмотренные программой задачи, усвоившему основную рекомендованную литературу. Оценка "4" ("хорошо") выставляется студенту, показавшему систематический характер знаний по дисциплине и способному к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебы и профессиональной деятельности.

Оценка "3" ("удовлетворительно") выставляется студенту, обнаружившему знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой. Оценка "3" ("удовлетворительно") выставляется

студентам, обладающим необходимыми знаниями, но допустившим неточности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий.

Оценка "2" ("неудовлетворительно") выставляется студенту, обнаружившему существенные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "2" ("неудовлетворительно") ставится студентам, которые не могут продолжать обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Петров Юрий Васильевич Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю.В. Петров - Долгопрудный: Интеллект, 2013.

2. Морозов Александр Игоревич Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] / А.И. Морозов - Долгопрудный: Интеллект, 2015.

3. Белоусов Юрий Михайлович, Бурмистров, С.Н., Тернов, А.И. Задачи по теоретической физике: учебное пособие для студентов вузов /Ю.М. Белоусов, С.Н. Бурмистров, А.И. Тернов - Долгопрудный: Интеллект, 2013.

5.2 Дополнительная литература:

1. Тумаев Евгений Николаевич Процессы переноса энергии электронного возбуждения в конденсированных средах: монография / Е.Н. Тумаев; М-во образования и

науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т - Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2013.

2. Кудряшов Николай Алексеевич Методы нелинейной математической физики: [учебное пособие] / Н.А. Кудряшов - Долгопрудный: Интеллект, 2010.

3. Белоусов Юрий Михайлович, Бурмистров, С.Н., Тернов, А.И. Задачи по теоретической физике: учебное пособие для студентов вузов / Ю.М. Белоусов, С.Н. Бурмистров, А.И. Тернов - Долгопрудный: Интеллект, 2013.

4. Мартынов Георгий Александрович Классическая статистическая механика. Теория жидкостей: [монография] / Г. А. Мартынов 2-е изд. - Долгопрудный: Интеллект, 2014.

5. Рябов Валерий Александрович Принципы статистической физики и численное моделирование: [учебное пособие] / В. А. Рябов - Долгопрудный: Интеллект, 2014.

6. Мерер Хельмут Диффузия в твердых телах: /Х. Мерер; пер. с англ. под ред. Е. Б. Якимова, В.В. Аристова - Долгопрудный: Интеллект, 2011.

7. Пергамент Михаил Иосифович Методы исследований в экспериментальной физике: учебное пособие для студентов вузов /М.И. Пергамент - Долгопрудный: Интеллект, 2010.

8. Гросберг Александр Юльевич, Хохлов, А.Р. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики: / А.Ю. Гросберг, А.Р. Хохлов; пер. с англ. А.А. Аэрова - Долгопрудный: Интеллект, 2010.

9. Кук Дэвид Квантовая теория молекулярных систем. Единый подход: [учебное пособие] /Д. Кук; пер. с англ. Б.К. Новосадова - Долгопрудный: Интеллект, 2012.

10. Демтредер Вольфганг Современная лазерная спектроскопия: [учебное пособие] / В. Демтредер; пер. с англ. М. В. Рябининой, Л.А. Мельникова, В.Л. Дербова; под ред. Л. А. Мельникова - Долгопрудный: Интеллект, 2014.

11. Современные проблемы физики, биофизики и инфокоммуникационных технологий: материалы Всероссийской заочной научно-практической конференции /[редкол. В. И. Ксенофонтов и др.]; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Кубанский гос. ун-т", Краснодарский центр научно-техн. информации, Европейская акад. естественных наук, Акад. инженерных наук им. А.М. Прохорова - Краснодар: [ЦНТИ], 2013.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

№	Ссылка	Пояснение
1.	http://www.book.ru	BOOK.ru – электронная библиотечная система (ЭБС) современной учебной и научной литературы. Библиотека BOOK.ru содержит актуальную литературу по всем отраслям знаний, коллекция пополняется электронными книгами раньше издания печатной версии.
2.	http://www.ibooks.ru	Айбукс.ру – электронная библиотечная система учебной и научной литературы. В электронную коллекцию включены современные учебники и пособия ведущих издательств России.
3.	http://www.sciencedirect.com	Платформа ScienceDirect обеспечивает всесторонний охват литературы из всех областей науки, предоставляя доступ к более чем 2500 наименований журналов и более 11000 книг из коллекции издательства

		«Эльзевир».
4.	http://www.scopus.com	База данных Scopus индексирует более 18 тыс. наименований журналов от 5 тыс. международных издательств, включая более 300 российских журналов.
5.	http://www.scirus.com	Scirus – бесплатная поисковая система для поиска научной информации.
6.	http://www.elibrary.ru	Научная электронная библиотека (НЭБ) содержит полнотекстовые версии научных изданий ведущих зарубежных и отечественных издательств.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

На самостоятельную работу студентов отводится 50% времени от общей трудоемкости дисциплины. Сопровождение самостоятельной работы студентов организовано в следующих формах:

1. Выполнение теоретических заданий по изучаемому разделу дисциплины.
2. Проверка знаний студента основана на контрольных вопросах, приведенных в описании работы и дополнительных вопросах, касающихся соответствующих разделов дисциплины.
3. Выполнение домашних заданий по практическим занятиям.
4. Усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы.
5. Консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Системный анализ» также относится:

- контрольные вопросы по разделам учебной дисциплины;
- набор тем для дополнительного исследования по разделам учебной дисциплины.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости).

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения.

1. Использование ресурсов свободного доступа ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
2. Социальные сети информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Программы голосовой и видеосвязи информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

8.1. Перечень необходимых информационных справочных систем

1. Операционная система MS Windows или Linux.
3. Офисные приложения MS Office и MS Excel.
4. ПО для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой: проектор, экран, компьютер/ноутбук и соответствующим программным обеспечением. Специализированные демонстрационные стенды и установки для демонстраций опытов и физических явлений.
2.	Семинарские занятия	Специальное помещение, оснащенное посадочными местами для учебной работы, белая доска.
3.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения.
4.	Курсовое проектирование	Не предусмотрено.
5.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, (кабинет).
6.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, (кабинет).
7.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Рецензия

на рабочую учебную программу по дисциплине «Физика твердого тела»
для подготовки бакалавров по направлению 03.03.03 «Радиофизика»
(квалификация «бакалавр»)

Дисциплина «Физика твердого тела» изучается бакалаврами во втором семестре четвёртого года обучения и предусматривает лекционные и семинарские занятия, по окончании которых сдается экзамен.

Внедрение высоких технологий в инженерную практику предполагает основательное знакомство, как с классическими, так и с новейшими методами и результатами физических исследований. Физика даёт цельное представление о физических законах окружающего мира в их единстве и взаимосвязи, вооружает бакалавров необходимыми знаниями для решения научно-технических задач в теоретических и прикладных аспектах, закладывает основы знаний для последующего обучения в магистратуре и аспирантуре.

Учебная дисциплина «Физика твердого тела» ставит своей целью сформировать у бакалавров представление об основных явлениях, понятиях, законах и методах физической науки в физике твердого тела, а также дать навыки практических расчетов и экспериментальной работы.

Содержание рабочей программы соответствует поставленной цели. Учебный материал разделён на 7 разделов, в которых, опираясь на экспериментальные факты, общепринятые теории и гипотезы, изложение идёт от построения моделей до их математического описания.

Положительную составляющую данной учебной программы составляет разнообразие применяемых приёмов изучения различных разделов дисциплины и контроля успеваемости. Приемы обучения включают в себя решение стандартных и нестандартных задач, домашние задания, регулярные опросы.

Содержание рабочей программы соответствует ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика», квалификация (степень) бакалавр, утвержденным приказом Минобрнауки РФ 18 января 2009 г. № 637, с учетом рекомендаций и ПрООП ВО. Рабочая программа соответствует требованиям, предъявляемым к рабочим программам, имея все необходимые структурные элементы, и может быть использована в учебном процессе.

Заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий
физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»,
доктор физико-математических наук, профессор _____ В.А. Исаев

Рецензия

на рабочую учебную программу по дисциплине «Физика твердого тела»
для подготовки бакалавров по направлению 03.03.03 «Радиофизика»
(квалификация «бакалавр»)

Дисциплина «Физика твердого тела» изучается бакалаврами во втором семестре четвёртого года обучения и предусматривает лекционные и семинарские занятия, по окончании которых сдается экзамен.

Внедрение высоких технологий в инженерную практику предполагает основательное знакомство, как с классическими, так и с новейшими методами и результатами физических исследований. Физика даёт цельное представление о физических законах окружающего мира в их единстве и взаимосвязи, вооружает бакалавров необходимыми знаниями для решения научно-технических задач в теоретических и прикладных аспектах, закладывает основы знаний для последующего обучения в магистратуре и аспирантуре.

Учебная дисциплина «Физика твердого тела» ставит своей целью сформировать у бакалавров представление об основных явлениях, понятиях, законах и методах физической науки в физике твердого тела, а также дать навыки практических расчетов и экспериментальной работы.

Содержание рабочей программы соответствует поставленной цели. Учебный материал разделён на 7 разделов, в которых, опираясь на экспериментальные факты, общепринятые теории и гипотезы, изложение идёт от построения моделей до их математического описания.

Положительную составляющую данной учебной программы составляет разнообразие применяемых приёмов изучения различных разделов дисциплины и контроля успеваемости. Приемы обучения включают в себя решение стандартных и нестандартных задач, домашние задания, регулярные опросы.

Содержание рабочей программы соответствует ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика», квалификация (степень) бакалавр, утвержденным приказом Минобрнауки РФ 18 января 2009 г. № 637, с учетом рекомендаций и ПрООП ВО. Рабочая программа соответствует требованиям, предъявляемым к рабочим программам, имея все необходимые структурные элементы, и может быть использована в учебном процессе.

Кандидат физ.-мат. наук,
директор ООО НПФ "Мезон"

Л.Р. Григорьян