

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики утверждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики, протокол от « ____ » _____ 202 г. № ____

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики утверждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики, протокол от « ____ » _____ 202 г. № ____

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики утверждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики, протокол от « ____ » _____ 202 г. № ____

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики утверждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики, протокол от « ____ » _____ 202 г. № ____

I. Цели и задачи освоения дисциплины:

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы 144 академических часа. Является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на 3 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 32 часа, лабораторных -34 часа, а также выделены часы на самостоятельную работу студента - 42 часа.

Язык реализации: русский.

Цель изучения дисциплины - формирование у студентов знаний по строению кристаллических, квазикристаллических и аморфных тел на атомном уровне, связи структуры тел с их физическими свойствами.

Задачи:

- установление связей между свойствами индивидуальных атомов и молекул и свойствами, обнаруживаемыми при объединении атомов или молекул в ассоциации в виде регулярно упорядоченных систем – кристаллов;
- объяснение свойств кристаллов и аморфных твердых тел, опираясь на простые физические модели;
- систематическое описание закономерностей макроскопических свойств кристаллов;
- изложение основных представлений о влиянии симметрии на макроскопические свойства кристаллов;
- описание анизотропии электрических, упругих, оптических и магнитных свойств, установление явного вида физических свойств в различных сингониях, определение числа независимых параметров материальных тензоров.

Для успешного изучения дисциплины «Кристаллография и кристаллофизика» у обучающихся должны быть сформированы следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

ОПК-1 - способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов;

ОПК-2 - способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

ПК-3 – готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции.

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Научно-исследовательский	<p>ПК-1 Способен использовать специализированные знания в области физики, а также стандартные программные средства компьютерного моделирования для освоения профильных физических дисциплин</p>	<p>ПК-1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике</p>	<p>Знает основные законы кристаллографии, принципы построения кристаллографических проекций, элементы симметрии кристаллических многогранников и структур, принципы классификации кристаллов по кристаллографическим системам, категориям и сингониям, пространственные группы симметрии, методику описания физических свойств кристаллов.</p> <p>Умеет описать особенности симметрии различных точечных и пространственных кристаллографических классов и групп, пользоваться моделью обратной решетки.</p>

			<p>Владет - способностью применять полученные знания и навыки при освоении профильных дисциплин, а также в практической и профессиональной деятельности.</p>
		<p>ПК-1.3 Применяет современные научные методы на уровне, необходимом для постановки и решения задач, основы компьютерного моделирования</p>	<p>Знает современные научные методы в области кристаллографии, основы компьютерного моделирования в кристаллографии.</p> <p>Умеет применять современные научные методы при решении задач в области кристаллографии, использовать компьютерные модели для исследования свойств кристаллов.</p> <p>Владет навыками работы с научным оборудованием и программным обеспечением, используемым в кристаллографии, методикой проведения экспериментов и анализа полученных данных в области компьютерного моделирования кристаллов.</p>

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Кристаллография и кристаллофизика» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения:

- лекция
- коллективная мыслительная деятельность
- проблемная ситуация.

А также индивидуальные методы активного обучения:

- выполнение практических задач.

II. Трудоёмкость дисциплины и виды учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы 144 академических часа. Является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на 3 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 32 часа, лабораторных -34 часа, а также выделены часы на самостоятельную работу студента - 42 часа.

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации	
		Лек	Лаб	Пр	СР	КОН троль		
Раздел I. Введение в кристаллографию	5	2	34			42	36	ПР-15
Раздел II. Симметрия кристаллов		10						ПР-15
Раздел III.		6						ПР-15

	Основные положения теории групп							
	Раздел IV. Симметрия кристаллических структур		8					ПР-15
	Раздел V. Основы кристаллофизики		6					ПР-15
	Итого:		32	34	-	42	36	

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (32 ЧАСА)

Раздел I. Введение в кристаллографию (2 часа).

Тема 1. История развития кристаллографии как науки (1 час)

Историческая справка о развитии кристаллографии как науки. Предмет кристаллографии и ее место среди других естественных наук. Сущность понятий «симметрии», «кристалл». Основные характеристики кристаллического вещества: однородность, анизотропия, способность самоограняться, симметрия.

Тема 2. Понятие симметрии (1 час)

Симметрия – фундаментальный закон науки и техники. Симметрия в природе (биологические объекты, геологические объекты, объяснение формы Земли с позиций симметрии). Симметрия физических законов.

Основные этапы становления и развития науки о кристаллах. Современные кристаллографические области знаний: математическая кристаллография, кристаллохимия, минералогическая кристаллография, органическая кристаллохимия, физическая кристаллография.

Раздел II. Симметрия кристаллов (10 часов)

Тема 1. Операции и элементы симметрии кристаллов (2 часа)

Платоновские фигуры. Дуальное сопряжение. Закон Эйлера. Закон постоянства углов. Закон Вульфа – Брэггов.

Операции и элементы симметрии конечных фигур I и II рода (ось симметрии – поворотные, зеркальные и инверсионные, плоскость симметрии и цент симметрии). Их обозначение в символике Браве. Основной закон симметрии кристаллов - невозможность осей симметрии V порядка и выше порядков.

Тема 2. Точечные группы симметрии кристаллов (6 часов)

Теоремы о сочетании элементов симметрии и их использование при выводе 32-х кристаллографических классов. Принцип Кюри. Координатные системы в кристаллографии, категории, сингонии. Международная символика и символика А. Шенфлиса точечных классов (групп) симметрии.

Кристаллографические проекции. Сферическая проекция, полярный комплекс кристалла. Стереографическая проекция. Гномостереографическая проекция. Сетка Вульфа.

Закон постоянства углов – основной закон кристаллографии.

Тема 3. Морфология кристалла (2 часа)

Понятие «простая форма кристалла», ее характеристики, симметрия простой формы. Понятие «облик» и «габитус» кристалла Простые формы кристаллов в классах разных сингоний. Комбинированные кристаллы.

Раздел III. Основные положения теории групп (6 часов)

Тема 1. Элементы математического аппарата теории групп (6 часов).

Понятие группы. Порядок группы, порядок элемента. Понятие циклической, абелевой групп. Четверная группа Клейна, четверная циклическая группа.

Понятие подгруппы. Нормальный делитель. Классы сопряженных элементов. Группа вращения равностороннего треугольника.

Точечные группы кристаллических многогранников.

Раздел IV. Симметрия кристаллических структур (8 часов)

Тема 1. Симметрия структуры кристаллов (4 часа).

Пространственная решетка – главный элемент симметрии кристаллических структур. Типы решеток Браве. Определение элементарной ячейки – ячейки Браве. Примитивная, условная ячейки Браве.

Трансляционные элементы симметрии – плоскости скользящего отражения, винтовые оси.

Общие представления о 230 пространственных группах симметрии. Правильные системы точек, их характеристики.

Тема 2. Основы кристаллохимии (2 часа)

Атомные и ионные радиусы. Основные понятия кристаллохимии: координационное число, координационный многогранник, число формульных единиц.

Тема 3. Типы химической связи в кристаллах (2 часа)

Типы связи в кристаллических структурах, их различия. Гомодесмические и гетеродесмические структуры. Координационные многогранники.

Основные типы структур (структура α -железа, меди, магния, вольфрама, поваренной соли, алмаза, графита, сфалерита и вюрцита, рутила).

Раздел V. Основы кристаллофизики (6 часов).

Тема 1. Тензорное описание физических свойств кристаллов (2 часа)

Кристаллофизические системы координат. Скалярные физические свойства, векторные свойства кристаллов. Физические свойства кристаллов, описываемые тензором II ранга.

Тема 2. Физические свойства кристаллов (4 часа)

Магнитные свойства, двойное лучепреломление, тепловое расширение.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (34 ЧАСОВ)

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (34 часов).

Лабораторная работа № 1. Точечные группы симметрии кристаллов (4 часов).

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме лабораторной работы.

2. Постановка задач, определение порядка проведения лабораторной работы, выполнения практической части лабораторной работы:

- 1) определение формулы симметрии;
- 2) определение точечного класса симметрии;
- 3) определение сингонии;
- 4) определение категории;
- 5) операции и элементы симметрии, решение задач;
- 6) вывод точечных групп симметрии, обозначение точечных классов симметрии по формуле симметрии, Шенфлису, международный символ.

3. Составление отчета, формулировка выводов.

4. Защита лабораторной работы: сдача краткой теории по теме работы, объяснение результатов работы.

Лабораторная работа № 2. Методы проецирования кристаллов (6 часов)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме лабораторной работы.

2. Постановка задач, определение порядка проведения лабораторной работы, выполнения практической части лабораторной работы:

- а) определение симметрии кристаллического многогранника;
 - б) построение стереограмм кристаллических многогранников;
 - в) решение задач.
3. Составление отчета, формулировка выводов.
4. Защита лабораторной работы: сдача краткой теории по теме работы, объяснение результатов работы.

Лабораторная работа № 3. Метод кристаллического индицирования: символы узлов, ребер, граней кристалла; параметры Вейсса, индексы Миллера (6 часов)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме лабораторной работы.

2. Постановка задач, определение порядка проведения лабораторной работы, выполнения практической части лабораторной работы:

Закон Гаюи – закон рациональности отношения параметров граней. Понятие «единичная грань» и ее выбор в кристаллах разных сингоний. Уравнение плоскости, ее кристаллографическое прочтение. Связь символов граней и ребер кристалла.

Методы проецирования кристаллов

- 1) выбор кристаллографических координатных осей и единичной грани в кристаллах разных сингоний;
 - 2) приемы определения символов граней кристаллов;
 - 3) индицирование (на моделях) кристаллов различных классов, сингоний, категорий;
 - 4) решение графических и расчетных задач с применением теорем взаимодействия элементов симметрии;
 - 5) определение символов граней и ребер кристаллов различными способами;
 - б) решение задач.
3. Составление отчета, формулировка выводов.

4. Защита лабораторной работы: сдача краткой теории по теме работы, объяснение результатов работы.

Лабораторная работа № 4. Матричное представление элементов симметрии (6 часов)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме лабораторной работы.

2. Постановка задач, определение порядка проведения лабораторной работы, выполнения практической части лабораторной работы:

- 1) матричный метод описания элементов симметрии;
- 2) матрицы точечных операций и элементов симметрии;
- 3) точечные группы симметрии: изучение точечной симметрии кристаллов с использованием компьютерной программы PointGroups;
- 4) решение задач.

3. Составление отчета, формулировка выводов.

4. Защита лабораторной работы: сдача краткой теории по теме работы, объяснение результатов работы.

Лабораторная работа № 5. Элементы теории групп в описании кристаллических структур (6 часов)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме лабораторной работы.

2. Постановка задач, определение порядка проведения лабораторной работы, выполнения практической части лабораторной работы:

2. Выполнение практической работы:

- 1) основные положения теории групп;
- 2) абстрактные точечные группы;
- 3) 32 точечные группы симметрии кристаллов;
- 4) решение задач.

3. Составление отчета, формулировка выводов.
4. Защита лабораторной работы: сдача краткой теории по теме работы, объяснение результатов работы.

Лабораторная работа № 6. Описание пространственной группы симметрии кристаллов (6 часов)

1. Подбор и изучение теоретического материала (в т.ч. лекционного) по теме лабораторной работы.

2. Постановка задач, определение порядка проведения лабораторной работы, выполнения практической части лабораторной работы:

описание симметрии кристаллических структур по их пространственным моделям:

- 1) выбор элементарной ячейки;
- 2) определение типа решетки Браве;
- 3) подсчет числа атомов, приходящихся на ячейку;
- 4) подсчет числа формульных единиц;
- 5) определение координационных чисел и многогранников;
- 6) описание структуры кристалла в терминах плотнейших упаковок;
- 7) определение группы симметрии;
- 8) определение типа связи.

3. Составление отчета, формулировка выводов.

4. Защита лабораторной работы: сдача краткой теории по теме работы,

V. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
	Тема 1. Симметрия структуры кристаллов	ПК-1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике	Знает основные законы кристаллографии, принципы построения кристаллографических проекций, элементы симметрии кристаллических многогранников и структур, принципы классификации кристаллов по кристаллографическим системам, категориям и сингониям, пространственные группы симметрии, методику описания физических свойств кристаллов.	Практическая работа (ПР-6)	3 ачет, вопросы 1 - 18
			Умеет описать особенности симметрии различных точечных и пространственных кристаллографических классов и групп, пользоваться моделью обратной решетки.	Домашнее задание (УО-1)	
			Владеет - способностью применять полученные знания и навыки при освоении профильных дисциплин, а также в практической и профессиональной	Контрольные работы (ПР-2)	

			деятельности.		
	Тема 2. Основные положения теории групп	ПК-1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике	Знает основные законы кристаллографии, принципы построения кристаллографических проекций, элементы симметрии кристаллических многогранников и структур, принципы классификации кристаллов по кристаллографическим системам, категориям и сингониям, пространственные группы симметрии, методику описания физических свойств кристаллов.	Устн ый опрос (УО-1)	3 ачет, вопросы 19 - 22
			Умеет описать особенности симметрии различных точечных и пространственных кристаллографических классов и групп, пользоваться моделью обратной решетки.	Работ а на практически х занятиях, выполнение домашних заданий (УО-1)	
			Владеет - способностью применять полученные знания и навыки при освоении профильных дисциплин, а также в практической и профессиональной деятельности.	Контр ольные работы (ПР-2)	
	Тема 3. Симметрия кристаллических структур. Основы кристаллохимии	ПК-1.3 Применяет современные научные методы на уровне, необходимом	Знает современные научные методы в области кристаллографии, основы	Устн ый опрос (УО-1), индивидуальные задания (ПР)	3 ачет, вопросы 23 - 29

	и	для постановки и решения задач, основы компьютерного моделирования	компьютерного моделирования в кристаллографии.		
			Умеет применять современные научные методы при решении задач в области кристаллографии, использовать компьютерные модели для исследования свойств кристаллов.	Практическая работа (ПР-6)	
			Владеет навыками работы с научным оборудованием и программным обеспечением, используемым в кристаллографии, методикой проведения экспериментов и анализа полученных данных в области компьютерного моделирования кристаллов.	Контрольные работы (ПР-2)	
	Тема 4. Основы кристаллофизики	ПК-1.3 Применяет современные научные методы на уровне, необходимом для постановки и решения задач, основы компьютерного моделирования	Знает современные научные методы в области кристаллографии, основы компьютерного моделирования в кристаллографии.	Коллоквиум (УО-2)	3 ачет, вопросы 30 – 34
			Умеет применять современные научные методы при решении задач в области кристаллографии, использовать компьютерные	Домашнее задание (УО-1)	

			модели для исследования свойств кристаллов.		
			Владеет навыками работы с научным оборудованием и программным обеспечением, используемым в кристаллографии, методикой проведения экспериментов и анализа полученных данных в области компьютерного моделирования кристаллов.	Письменная работа (ПР-1)	

VI. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой, Интернет ресурсами;
- самостоятельное ознакомление с лекционным материалом, представленным на электронных носителях, в библиотеке образовательного учреждения;
- подготовка реферативных обзоров источников периодической печати, опорных конспектов, заранее определенных преподавателем;
- поиск информации по теме, с последующим ее представлением в аудитории в форме доклада, презентаций;
- подготовка к выполнению аудиторных контрольных работ;
- выполнение домашних контрольных работ;
- выполнение тестовых заданий, решение задач;
- составление кроссвордов, схем;
- подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции;
- заполнение рабочей тетради;
- написание эссе, курсовой работы;
- подготовка к деловым и ролевым играм;
- составление резюме;
- подготовка к зачетам и экзаменам;
- другие виды деятельности, организуемые и осуществляемые образовательным учреждением и органами студенческого самоуправления.

VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Р.П. Дикарева. Введение в кристаллографию // М: Наука, 2007. – 240 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:269126&theme=FEFU>

2. Ю. К. Егоров-Тисменко . Кристаллография и кристаллохимия : учебник для вузов / [под ред. В. С. Урусова]. М: МГУ, 2014. – 587 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:734049&theme=FEFU>

3. Белов Н.П., Покопцева О.К., Яськов А.Д. Основы кристаллографии и кристаллофизики. Часть I. Введение в теорию симметрии кристаллов: Учебное пособие. - СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. - 43 с.

<http://window.edu.ru/resource/335/63335>

4. Трушин В.Н., Андреев П.В., Фаддеев М.А. Рентгеновский фазовый анализ поликристаллических материалов. Электронное учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. - 89 с.

<http://window.edu.ru/resource/210/79>

5. Э.Э. Лорд, А. Л. Маккей, С. Ранганатан. Новая геометрия для новых материалов // Пер. с англ. под ред. В. Я. Шевченко, В. Е. Дмитриенко , М: Физматлит, 2010, 260 с.

<https://e.lanbook.com/book/48204>

Дополнительная литература (печатные и электронные издания)

1. Кристаллография. Лабораторный практикум. Под редакцией Е.В. Чупрунова // М: Физматлит, 2005. – 412 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:417643&theme=FEFU>

2. Задачи по кристаллографии. Под ред. Проф. Е.В. Чупрунова и проф. А.Ф. Хохлова // М.: Физматлит, 2003. – 208 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:417720&theme=FEFU>

3. М.П. Шаскольская. Кристаллография // М., Высшая школа, 1984, 392 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:244987&theme=FEFU>

4. И. Костов. Кристаллография // М., Мир, 1965, 528 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:93135&theme=FEFU>

5. Б.К. Вайнштейн. Современная кристаллография. // М., наука, 1979, 1200 с.

Т.1. Симметрия кристаллов. Методы структурной кристаллографии.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:67138&theme=FEFU>

Т.2. Структура кристаллов.

Т.3. Образование кристаллов.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:42851&theme=FEFU>

Т.4. Физические свойства кристаллов.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:44870&theme=FEFU>

6. Н. Ашкрофт, Н. Мермин. Физика твердого тела // М., Мир, 1979, 402 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:67373&theme=FEFU>

7. Г. Штрайтвольф. Теория групп в физике твердого тела // М., Мир, 1971, 262 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:670142&theme=FEFU>

8. Дж. Най. Физические свойства кристаллов // М., Мир. 1967, 376 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:68558&theme=FEFU>

9. А.Б. Ройцин. Икосаэдрическая симметрия. Природа, 1993, N 8, с. 14-35.

10. Ю.К. Егоров-Тисменко, Г.П. Литвинская. Теория симметрии кристаллов // М.:ГЕОС, 2000, 410 с.

11. Ю.Г. Загальская, Г.П. Литвинская, Ю.К. Егоров-Тисменко. Геометрическая кристаллография // М.: МГУ, 1986, 168 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:52624&theme=FEFU>

12. Г.Б. Князев. Введение в кристаллографию // Томск.: ТГУ, 1999, 219 с.

13. А.В. Шубников, В.А. Копцик. Симметрия в науке и искусстве // Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2004. – 567 с.

<http://www.iprbookshop.ru/16624.html>

14. И. А. Батаев, А. А. Батаев. Кристаллография. Обозначение и вывод классов симметрии // Новосибирск, НГТУ, 2015 , 60 с.

I. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательный процесс по дисциплине «Кристаллография и кристаллофизика» проводится в лекционных аудиториях корпуса L и лаборатории материаловедения и кристаллографии кафедры физики низкоразмерных структур (Кампус ДВФУ) с возможностью использования презентаций. Задания для самостоятельной работы и некоторые главы лекционного курса предоставляются студентам в распечатанном виде.

