

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«**Российский государственный гуманитарный университет**»  
(ФГБОУ ВО «РГГУ»)

ОТДЕЛЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ В ГУМАНИТАРНОЙ СФЕРЕ  
Кафедра математики, логики и интеллектуальных систем в гуманитарной сфере

## **АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИНФОРМАТИКЕ**

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

45.03.04 Интеллектуальные системы в гуманитарной сфере

Разработка и программирование интеллектуальных систем  
Уровень квалификации выпускника: бакалавр

Форма обучения очная

РПД адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями  
здоровья и инвалидов

Москва 2021

Алгебраические методы в информатике  
Рабочая программа дисциплины  
Составитель:  
Доктор физико-математических наук, профессор  
Е.М. Бениаминов

.....

УТВЕРЖДЕНО  
Протокол заседания кафедры МЛиИС  
№ 3 от 18.05.2021

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

### **1. Пояснительная записка**

1.1 Цель и задачи дисциплины

1.2. Формируемые компетенции, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

### **2. Структура дисциплины**

### **3. Содержание дисциплины**

### **4. Образовательные технологии**

### **5. Оценка планируемых результатов обучения**

5.1. Система оценивания

5.2. Критерии выставления оценок

5.3. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

6.1. Список источников и литературы

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

### **9. Методические материалы**

9.1. Планы практических (семинарских, лабораторных) занятий

9.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

## **Приложения**

Приложение 1. Аннотация дисциплины

Приложение 2. Лист изменений

## 1. Пояснительная записка

### 1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины: В процессе обучения алгебре преследуются несколько целей. Одна из них – подготовить выпускника, умеющего использовать математические методы алгебры, ее понятия и средства в информатике. Другой целью курса можно считать обучение слушателей современному математическому языку, стилю алгебраического моделирования в информатике и приобретение у студентов навыков математического моделирования с использованием современных алгебраических средств.

Задачи дисциплины: освоение базовых математических понятий алгебры и навыков, необходимых для получения требуемых компетенций в области информатики, программирования и моделирования.

### 1.2. Формируемые компетенции, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
ОПК-2 Способен получать знания в области современных проблем науки, техники и технологии информатики, гуманитарных, лингвистических, и социальных наук	ОПК 2.3. Имеет практический опыт работы с поисковыми машинами, справочными и библиотечными системами и системами дистанционного образования.	Уметь: решать простые задачи по алгебраическому моделированию типов данных в программировании; строить алгебраические запросы и запросы на SQL к реляционной базе данных.
ПК-1 Способен разрабатывать алгоритмы обработки информации с использованием современных математических методов	ПК-1.1. Знает теоретические основы построения алгоритмов обработки информации.  ПК-1.2. Умеет описывать алгоритмы обработки информации с использованием современных математических методов.  ПК-1.3. Имеет практический опыт разработки алгоритмов обработки информации с использованием современных математических методов	Знать: основные понятия универсальной алгебры; Уметь: решать простые задачи по алгебраическому моделированию типов данных в программировании; строить алгебраические запросы и запросы на SQL к реляционной базе данных. Владеть: простейшими навыками решения алгебраических задач ; языком SQL для работы с базами данных; простейшими навыками представления знаний алгебраическими средствами.
ПК-2 Способен представлять результаты исследований и разработок в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений	ПК-2.1. Знает стандарты и локальные нормативы представления результатов исследования в отчетах, рефератах, публикациях и презентациях.	Уметь: решать простые задачи по алгебраическому моделированию типов данных в программировании и оформлять их решение.
ПК-7 Способен к участию в разработке архитектур	ПК-7.1. Знает способы представления архитектуры	Знать:

информационных и интеллектуальных систем	<p>информационных и интеллектуальных систем и примеры типичных архитектур информационных и интеллектуальных систем.</p> <p>ПК-7.2. Умеет применять CASE-технологии для разработки и наглядного представления архитектуры информационных и интеллектуальных систем.</p> <p>ПК-7.3. Имеет практический опыт участия в разработке архитектуры интеллектуальных и информационных систем.</p>	<p>простейшие алгебраические операции, используемые в представлении знаний.</p> <p>Уметь: решать простые задачи по алгебраическому моделированию типов данных в программировании и оформлять их решение.</p> <p>Владеть: алгебраической терминологией и навыками моделирования.</p>
ПК-9 Способен применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений	ПК-9.3. Имеет практический опыт участия в анализе преимуществ и рисков возможных решений с использованием математических методов.	<p>Знать: основные направления приложений алгебры в информатике.</p> <p>Уметь: строить алгебраические запросы и запросы на SQL к реляционной базе данных.</p> <p>Владеть: алгебраической терминологией и навыками моделирования.</p>

В курсе изучаются понятия универсальной алгебры, алгебраическое моделирование типов данных в программировании, моделирование реляционных баз данных алгебраическими средствами, алгебраические средства представления и обработки общих понятий в интеллектуальных системах. На практических занятиях студенты приобретают практические навыки алгебраического моделирования информационных задач, навыки работы с алгебраическими системами и вычислениями в алгебрах.

В результате изучения курса студенты должны овладеть основными идеями и методами универсальной алгебры, абстрактных типов данных, алгебраических моделей баз данных и представления знаний, уметь использовать их при моделировании и решении задач.

Курс должен сочетать современность и строгость изложения материала с его доступностью для слушателей. В основе курса лежит разбор большого числа примеров приложения методов и средств общей алгебры для решения прикладных задач в информатике.

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Алгебраические методы в информатике» относится к вариативной части блока Б1 дисциплин по выбору учебного плана.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и владения, сформированные в ходе изучения следующих дисциплин и прохождения практик: «Алгебра» «Математическая логика», основы «Логического программирования» и принципы объектно-ориентированного программирования.

В результате освоения дисциплины формируются знания, умения и владения, необходимые для изучения следующих дисциплин и прохождения практик: Онтологии в представлении знаний; Базы данных.

## 2. Структура дисциплины

### Структура дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 з.е., 266 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 98 ч., промежуточная аттестация 18 ч., самостоятельная работа обучающихся 150 ч.

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Се м е ст р	Виды учебной работы (в часах)					С а м о с т о я т е л ь - н а я р а б о т а	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			контактная						
			Ле к ц и и	Се м и на р	П р а к т и ч е с к и е з а н я т и я	Л а б о р а т о р н ы е з а н я т и я	П р о м е ж у т о ч - н а я а т т е с т а ц и я		
	<b>Алгебраические методы в информатике.</b>	<b>7</b>							
<b>1</b>	Алгебраическое моделирование типов данных		4	8				16	Оценка выполнения практических заданий
<b>2</b>	Некоторые понятия общей алгебры и абстрактные типы данных		4	24				36	Контрольная работа
<b>3</b>	Инициальные реализации		8	8				24	Оценка выполнения

	абстрактного типа данных							практических заданий
	зачет с оценкой						20	Решение задач контрольных работ
	Итого		16	40			96	
	<b>Алгебраические методы в информатике.</b>	<b>8</b>						
4	Алгебраические модели в теории баз данных		4	8			12	Оценка выполнения практических заданий
5	Стандартный язык для работы с реляционными базами данных		4	16			16	контрольная работа
6	Элементы теории категорий и их приложений к представлению знаний		2	8			8	Оценка выполнения практических заданий
	Промежуточная аттестация					18	18	Экзамен по билетам
	Итого		10	32		18	54	

### 3. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
	<b>Алгебраические методы в информатике.</b>	
1.	Алгебраическое моделирование типов данных	Примеры типов данных в программировании. Понятие алгебраической операции, арифметичность и тип операции. Понятие сигнатуры и определение алгебраической системы. Моделирование типов данных в виде алгебраических систем. Понятие термина в заданной сигнатуре и верного равенства двух термов для заданной алгебраической системы. Определение абстрактного типа данных и представление абстрактных типов данных в виде алгебраических теорий. Алгебраические системы как реализации (модели) абстрактных типов данных.
2.	Некоторые понятия общей алгебры и абстрактные типы данных	Примеры абстрактных типов данных с одной или двумя операциями: полугруппа (свойство ассоциативности операции), моноид, группа, коммутативная группа, и их модели. Понятие гомоморфизма и изоморфизма алгебр. Прямая сумма алгебр. Задание алгебр множеством образующих и

		соотношений. Реализация одного типа данных в других. Примеры абстрактных типов: порядок, линейный порядок, граф, направленный граф, дерево, структура (система с бинарными операциями $\min$ и $\max$ и естественными соотношениями для них), булева алгебра.
3.	Инициальные реализации абстрактного типа данных	Свободная алгебра и инициальная алгебры. Теорема о существовании и единственности инициальных алгебр. Понятие вычисления в инициальной алгебре. Канонический вид термов. Системы правил переписывания и алгоритмы приведения термов к каноническому виду. Понятия конfluence, конечно завершаемой и сходящейся системы правил переписывания. Критерии сходимости правил переписывания. Пакет Mathematica и его возможности для решения численных задач и задач символьных математических вычислений на компьютере. Общее описание работы пакета и его возможностей.
	<b>Алгебраические методы в информатике</b>	
4	Алгебраические модели в теории баз данных	Операции над отношениями. Схема базы данных и ее представление алгебраическими средствами. Реляционная алгебра базы данных. Алгебраическое моделирование представление пользователя. Эквивалентность схем баз данных и изоморфизм соответствующих им реляционных алгебр. Алгебраическая структура реляционных алгебр. Неразложимые реляционные алгебры. Теорема о каноническом разложении реляционных алгебр в прямую сумму неприводимых.
5	Стандартный язык для работы с реляционными базами данных	Язык SQL. Операторы языка: CREATE TABLE, DELETE, INSERT, UPDATE. Язык SQL. Оператор SELECT и его выразительные возможности. Запросы, использующие группирование. Построение запросов с подзапросами для выражения сложной информационной потребности. Формирование сложных запросов.
6	Элементы теории категорий и их приложений к представлению знаний	Примеры общих понятий и их моделей. Неполнота, как свойство общих понятий. Ограниченность теоретико-множественного представления понятий. Определение теории категорий. Примеры. Определение основных теоретико-категорных операций. Примеры представления понятий средствами теории категорий. Понятие функтора и применение его для моделирования реализаций формальных понятий.

#### 4. Образовательные технологии

##### Образовательные технологии



№ п/п	Наименование раздела	Виды учебной работы	Информационные и образовательные технологии
1	2	3	4
1	Алгебраическое моделирование типов данных	Лекция 1. Семинар 1,2 Лекция 2 Семинар 3,4 Самостоятельная работа	Вводная лекция-беседа. Семинар-обсуждение Теоретическая лекция. Семинар-обсуждение. Практикум по решению задач. Консультирование посредством электронной почты
2	Некоторые понятия общей алгебры и абстрактные типы данных	Лекция 3 Семинар 5,6 Лекция 4 Семинар 7-9 Лекция 5 Семинар 10-12 Самостоятельная работа	Теоретическая лекция. Семинар-обсуждение. Практикум по решению задач Теоретическая лекция. Семинар-обсуждение. Практикум по решению задач. Теоретическая лекция. Семинар-обсуждение. Практикум по решению задач. Консультирование и приём домашних заданий посредством электронной почты
3	Инициальные реализации абстрактного типа данных	Лекция 6 Семинар 13 Лекция 7 Семинар 14 Лекция 8 Семинар 15,16 Самостоятельная работа	Теоретическая лекция. Семинар-обсуждение. Практикум по решению задач. Теоретическая лекция. Семинар-обсуждение. Практикум по решению задач. Теоретическая лекция. Семинар-обсуждение. Практикум по решению задач. Консультирование и приём домашних заданий посредством электронной почты
4	Алгебраические модели в теории баз данных	Лекция 9 Семинар 17-20	Теоретическая лекция.

		Самостоятельная работа	Семинар-обсуждение. Практикум по решению задач. Консультирование и приём домашних заданий посредством электронной почты
5	Стандартный язык для работы с реляционными базами данных	Лекция 10 Семинар 21-22 Лекция 11 Семинар 23-24 Лекция 12 Семинар 25-26 Самостоятельная работа	Теоретическая лекция. Семинар-обсуждение. Практикум по решению задач. Теоретическая лекция. Семинар-обсуждение. Практикум по решению задач. Теоретическая лекция. Презентация Семинар-обсуждение. Практикум по решению задач. Использование интернет-ресурсов.
6	Элементы теории категорий и их приложений к представлению знаний	Лекция 13 Семинар 27 Лекция 14 Семинар 28-29 Лекция 15 Семинар 30 Лекция 16 Семинар 31-32	Теоретическая лекция. Семинар-обсуждение. Практикум по решению задач. Теоретическая лекция. Семинар-обсуждение. Практикум по решению задач. Теоретическая лекция. Презентация Семинар-обсуждение. Практикум по решению задач. Теоретическая лекция. Презентация Семинар-обсуждение. Практикум по решению задач. Компьютерное тестирование

В период временного приостановления посещения обучающимися помещений и территории РГГУ. для организации учебного процесса с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий могут быть использованы следующие образовательные технологии:

- видео-лекции;
- онлайн-лекции в режиме реального времени;
- электронные учебники, учебные пособия, научные издания в электронном виде и доступ к иным электронным образовательным ресурсам;
- системы для электронного тестирования;
- консультации с использованием телекоммуникационных средств.

## 5. Оценка планируемых результатов обучения

### 5.1. Система оценивания

<i>Форма контроля</i>	<i>Срок отчетности</i>	<i>Макс. количество баллов</i>	
		<i>За одну работу</i>	<i>Всего</i>
Текущий контроль: • Опрос (1—5) • дом. задание (темы 1—5) • контр. работа (темы 1—3)	2—16 недели 2—16 недели 10 неделя	5 баллов 5 баллов 20 баллов	20 баллов 20 баллов 20 баллов
Промежуточная аттестация (экзамен)	17 неделя		40 баллов
Итого за семестр (дисциплину)			100 баллов
Текущий контроль: • опрос (6—8) • дом. задание (темы 6—8) • контр. работа (темы 6—7)	2—11 недели 2—11 недели 12 неделя	5 баллов 5 баллов 20 баллов	20 баллов 20 баллов 20 баллов
Промежуточная аттестация (экзамен)	17 неделя		40 баллов
Итого за семестр (дисциплину)			100 баллов

Полученный совокупный результат конвертируется в традиционную шкалу оценок и в шкалу оценок Европейской системы переноса и накопления кредитов (European Credit Transfer System; далее – ECTS) в соответствии с таблицей:

100-балльная шкала	Традиционная шкала		Шкала ECTS
95 – 100	отлично	зачтено	A
83 – 94			B
68 – 82	хорошо		C
56 – 67			D
50 – 55			E
20 – 49	неудовлетворительно	не зачтено	FX
0 – 19			F

### 5.2. Критерии выставления оценки по дисциплине

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
100-83/ A,B	«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, может продемонстрировать это на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня

		<p>сложности, правильно обосновывает принятые решения. Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «высокий».</p>
82-68/ С	«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	<p>Выставляется обучающемуся, если он знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его на занятиях и в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей.</p> <p>Обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами.</p> <p>Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «хороший».</p>
67-50/ D,E	«удовлетвори-тельно»/ «зачтено (удовлетвори-тельно)»/ «зачтено»	<p>Выставляется обучающемуся, если он знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами.</p> <p>Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «достаточный».</p>
49-0/ F,FX	«неудовлетворительно»/ не зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, если он не знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности</p>

		<p>стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции на уровне «достаточный», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p>
--	--	--

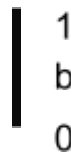
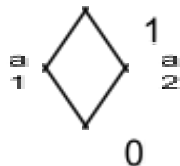
5.3. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

5.3.1. Образцы заданий для самостоятельного выполнения

### Контрольная работа 1

1. Описать абстрактный тип данных для типа данных бинарное дерево с листьями из целых чисел с операциями построения дерева из двух листьев, соединения двух деревьев в одно дерево, присоединение листа к дереву слева и справа, выделение левого и правого поддерева, построение списка целых чисел из листьев и может быть дополнительных операций, необходимых для выражения соотношений.
2. Проверить является ли реализацией АТД "полугруппа" и можно ли ввести структуру моноида на множестве действительных чисел с бинарной операцией \* вида:  $u*v = |u - v|$ .
3. Выписать примеры подалгебр и определить общее число подалгебр, включая тривиальные для группы  $Z_{15}$ .
4. Описать прямую сумму алгебр

решеток с нулем и единицей



5. Сколько различных гомоморфизмов может быть из первой алгебры во вторую для алгебр предыдущей задачи.

### Контрольная работа 2

1. Для потребителей (код, название) выдать код поставки, название и стоимость для поставок за последний месяц.
2. Определить какие (код) поставщики, каким потребителям (код) поставили за текущий месяц деталей на общую сумму более 1000000 руб.
3. Выдать таблицу кодов поставщиков, которые поставляют только то, что поставляется поставщиком "4".
4. Составить таблицу из всех городов, в которых есть либо потребитель, либо поставщик с указанием сколько в каждом из них поставщиков и потребителей. (Если нет то ставить 0).
5. Удалить все детали, которые никем не поставляются или поставляются, но их нет ни у кого на складе.

### Пример теста

#### Задание 1.

Является ли функция  $f: M \cdot M \rightarrow M$ , заданная формулой вида  $f(x, y) = x - y$ , где  $M = \mathbf{N}$  – множество натуральных чисел, коммутативной алгебраической операцией?

- 1) да            2) нет
- 

**Задание 2.**

Какие из следующих выражений являются термами сигнатуры  $\Sigma = \langle \text{NAT}; \text{O}: \rightarrow \text{NAT}, \text{SUCC}: \text{NAT} \rightarrow \text{NAT}, \text{ADD}: \text{NAT} \cdot \text{NAT} \rightarrow \text{NAT} \rangle$  с переменными  $n$  и  $k$ :

- а)  $\text{ADD}(\text{O})$ ;            б)  $\text{SUCC}(n, k)$ ;            в)  $\text{ADD}(\text{O}, \text{SUCC}(n))$ ;  
г)  $\text{SUCC}(x)$ ;            д)  $\text{ADD}(n, \text{ADD}(\text{O}, \text{ADD}(n, k)))$ ?

- 1) а, в            2) б, в            3) в, г            4) в, д            5) г, д
- 

**Задание 3.**

Рассмотрим множество термов сигнатуры  $\Sigma = \langle \text{NAT}; \text{O}: \rightarrow \text{NAT}, \text{SUCC}: \text{NAT} \rightarrow \text{NAT}, \text{ADD}: \text{NAT} \cdot \text{NAT} \rightarrow \text{NAT} \rangle$  с переменными  $n, m$  и  $k$ . Найдите число всех подтермов, включая и сам терм, в терме  $\text{ADD}(n, \text{ADD}(\text{O}, \text{ADD}(m, k)))$ .

Ответ:

---

**Задание 4.**

Пусть сигнатура  $\Sigma = \langle T_1, T_2; F_1: T_1 \rightarrow T_2, F_2: T_2 \rightarrow T_1, F_3: T_1 \cdot T_2 \rightarrow T_2 \rangle$ , и  $X = \{x, y, z\}$  — множество переменных, причем  $x$  — переменная типа  $T_1$ , а  $y, z$  — переменные типа  $T_2$ . Какие из выражений являются термами из множества  $\text{Term}(\Sigma, X)$ :

- а)  $F_1(F_2(x))$ ;            б)  $F_1(F_2(y))$ ;            в)  $F_3(x, F_2(y))$ ;            г)  $F_2(F_3(x, F_1(F_2(z))))$ ;  
д)  $F_3(F_2(y), F_1(F_2(z)))$ ?

- 1) а, б, в            2) а, в, г            3) б, в, г            4) б, г, д            5) в, г, д
- 

**Задание 5.**

Является ли полугруппой множество  $M$  с бинарной операцией  $*$ , если операция задается формулой  $x * y = x^y$  и  $M = \mathbf{N}$  – множество натуральных чисел?

- 1) да            2) нет
- 

**Задание 6.**

Найдите число всех гомоморфизмов циклических групп из  $\mathbf{Z}_4$  в  $\mathbf{Z}_2$ .

Ответ:

---

**Задание 7.**

Найдите число всех подполугрупп полугруппы  $\{-1, 1\}$  с операцией умножения, считая, саму полугруппу.

Ответ: \_\_\_\_\_

**Задание 8.**

Найдите число всех подгрупп циклической группы  $\mathbf{Z}_6$ , считая и саму группу.

Ответ: \_\_\_\_\_

**Задание 9.**

Изоморфны ли группы  $\mathbf{Z}_3 \oplus \mathbf{Z}_2$  и  $\mathbf{Z}_6$  ?

1) да            2) нет

**Задание 10.**

Найдите число элементов в группе всех симметрий квадрата.

Ответ: \_\_\_\_\_

**Задание 11.**

Найдите число всех гомоморфизмов решеток, образованных подмножествами  $A$  и  $B$  множества действительных чисел  $\mathbf{R}$ , с операциями  $\max$  и  $\min$ , т. е. из  $A$  в  $B$ , где  $A = \{0, 1\}$ ,  $B = \{0, 1, 2\}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_

**Задание 12.**

Сколько элементов в подалгебре булевой алгебры всех подмножеств множества  $\{a, b, c\}$ , порожденной подмножеством  $\{a\}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_

**Задание 13.**

Найдите число строк в таблице, получающейся операцией  $\text{Tab1} \cap \text{Tab2}$ , над таблицами  $\text{Tab1}$  и  $\text{Tab2}$ , где

<b>Tab1</b>	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"><tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td><math>a</math></td><td><math>b</math></td><td><math>c</math></td></tr><tr><td><math>a_1</math></td><td><math>b</math></td><td><math>c</math></td></tr><tr><td><math>a</math></td><td><math>b_1</math></td><td><math>c</math></td></tr><tr><td><math>a_1</math></td><td><math>b_1</math></td><td><math>c_1</math></td></tr></table>	A	B	C	$a$	$b$	$c$	$a_1$	$b$	$c$	$a$	$b_1$	$c$	$a_1$	$b_1$	$c_1$
A	B	C														
$a$	$b$	$c$														
$a_1$	$b$	$c$														
$a$	$b_1$	$c$														
$a_1$	$b_1$	$c_1$														

<b>Tab2</b>	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"><tr><th></th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td><math>a</math></td><td><math>b</math></td><td><math>c_1</math></td></tr><tr><td><math>a_1</math></td><td><math>b</math></td><td><math>c_1</math></td></tr><tr><td><math>a</math></td><td><math>b_1</math></td><td><math>c</math></td></tr><tr><td><math>a_1</math></td><td><math>b_1</math></td><td><math>c_1</math></td></tr></table>		B	C	$a$	$b$	$c_1$	$a_1$	$b$	$c_1$	$a$	$b_1$	$c$	$a_1$	$b_1$	$c_1$
	B	C														
$a$	$b$	$c_1$														
$a_1$	$b$	$c_1$														
$a$	$b_1$	$c$														
$a_1$	$b_1$	$c_1$														

Ответ: \_\_\_\_\_

**Задание 14.**

Найдите число строк в таблице, заданной выражением

$prTab1(A,B) * Tab2 * Tab3$ , где:

Tab1	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td></td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td><math>a</math></td><td><math>b</math></td><td><math>c</math></td></tr> <tr><td><math>a_1</math></td><td><math>b</math></td><td><math>c_1</math></td></tr> <tr><td><math>a_1</math></td><td><math>b_1</math></td><td><math>c_1</math></td></tr> </table>		B	C	$a$	$b$	$c$	$a_1$	$b$	$c_1$	$a_1$	$b_1$	$c_1$
	B	C											
$a$	$b$	$c$											
$a_1$	$b$	$c_1$											
$a_1$	$b_1$	$c_1$											

Tab2	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td></td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td><b>A</b></td><td></td><td></td></tr> <tr><td><math>a</math></td><td><math>b</math></td><td><math>c</math></td></tr> <tr><td><math>a</math></td><td><math>b_1</math></td><td><math>c_1</math></td></tr> <tr><td><math>a_1</math></td><td><math>b_1</math></td><td><math>c_1</math></td></tr> </table>		B	C	<b>A</b>			$a$	$b$	$c$	$a$	$b_1$	$c_1$	$a_1$	$b_1$	$c_1$
	B	C														
<b>A</b>																
$a$	$b$	$c$														
$a$	$b_1$	$c_1$														
$a_1$	$b_1$	$c_1$														

Tab3	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>D</td></tr> <tr><td><math>a</math></td><td><math>b</math></td><td></td></tr> <tr><td><math>a_1</math></td><td><math>b</math></td><td><math>d_1</math></td></tr> <tr><td><math>a_1</math></td><td><math>b_1</math></td><td><math>d_1</math></td></tr> </table>	A	B	D	$a$	$b$		$a_1$	$b$	$d_1$	$a_1$	$b_1$	$d_1$
A	B	D											
$a$	$b$												
$a_1$	$b$	$d_1$											
$a_1$	$b_1$	$d_1$											

Ответ:

---

**Задание 15.**

Пусть  $X, Y, Z, U$  — произвольные подмножества множества атрибутов таблицы Tab (в заданиях выражения вида  $FG$  обозначают  $F \cup G$ ). Верно ли следующее соотношение для функциональной зависимости в любой таблице:

если  $X \rightarrow YZ$ , то  $X \rightarrow Y$  и  $X \rightarrow Z$ ?

- 1) да                      2)нет

**Таблица ответов варианта 1**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

**Контрольные вопросы к экзамену**

Понятие алгебраической операции, арность и тип операции. Понятие сигнатуры и определение алгебраической системы. Моделирование типов данных в виде алгебраических систем. Примеры.

Понятие термина в заданной сигнатуре с заданным набором переменных. Определение семантики термов в алгебраической системе. Определение подстановки термов вместо переменных. Действие подстановки на термы. Определение равенства термов и верности равенства двух термов для заданной алгебраической системы. Определение абстрактного типа данных. Алгебраические системы как реализации (модели) абстрактных типов данных.

Простейшие абстрактные типы данных. Пример АД инволюция и примеры ее реализаций. Теорема о строении реализаций инволюций. Гомоморфизм инволюций.

Пример АД полугруппа и примеры ее реализации. Определение гомоморфизма и изоморфизма алгебраических систем. Понятие подалгебры и множества образующих алгебраической системы. Примеры гомоморфизма, изоморфизма, подалгебр и множества образующих для полугрупп. Понятие прямой суммы алгебр на примере полугрупп.

Пример АД моноид и примеры его реализации. Определение гомоморфизма и изоморфизма алгебраических систем. Понятие подалгебры и множества образующих



алгебраической системы. Примеры гомоморфизма, изоморфизма, подалгебр и множества образующих для моноидов. Понятие прямой суммы алгебр на примере моноидов.

Пример АД группа и примеры ее реализации. Определение гомоморфизма и изоморфизма алгебраических систем. Понятие подалгебры и множества образующих алгебраической системы. Примеры гомоморфизма, изоморфизма, подалгебр и множества образующих для групп на примере групп. Теорема о канонической реализации групп.

Пример АД коммутативная группа. Определение гомоморфизма и изоморфизма алгебраических систем. Понятие подалгебры и множества образующих алгебраической системы. Примеры гомоморфизма, изоморфизма, подалгебр и множества образующих для групп на примере коммутативных групп. Понятие прямой суммы алгебр. Теорема о каноническом представлении конечных коммутативных групп (без доказательства). Пример.

Пример АД векторное пространство и примеры его реализации. Определение гомоморфизма и изоморфизма алгебраических систем. Понятие подалгебры и множества образующих алгебраической системы. Примеры гомоморфизма, изоморфизма, подалгебр и множества образующих для векторных пространств. Понятие прямой суммы алгебр на примере векторных пространств.

Пример АД решетка и примеры ее реализации. Определение гомоморфизма и изоморфизма алгебраических систем. Понятие подалгебры и множества образующих алгебраической системы. Примеры гомоморфизма, изоморфизма, подалгебр и множества образующих для решетки. Понятие прямой суммы алгебр на примере решеток.

Пример АД булева алгебра и примеры ее реализации. Определение гомоморфизма и изоморфизма алгебраических систем. Понятие подалгебры и множества образующих алгебраической системы. Примеры гомоморфизма, изоморфизма, подалгебр и множества образующих для булевых алгебр.

Пример АД булева алгебра и примеры ее реализации. Понятие прямой суммы булевых алгебр. Теорема об изоморфизме булевой алгебры всех подмножеств конечного множества прямой сумме булевых алгебр  $\{0,1\}$ .

Теоремы об изоморфизме конечной булевой алгебры алгебре всех подмножеств некоторого множества.

Понятие гомоморфизма и изоморфизма алгебр. Теорема о композиции гомоморфизмов. Тожественный изоморфизм. Теорема об обратном изоморфизме.

Определение инициальной алгебры АД. Теорема о единственности инициальной алгебры с точностью до изоморфизма. Пример инициальной алгебры.

Алгебра термов. Теорема о единственности гомоморфизма из алгебры термов без переменных.

Определение семантической эквивалентности на множестве замкнутых термов и его свойства.

Определение синтаксической эквивалентности на множестве термов. Конструкция построения инициальной реализации из алгебры термов без переменных.

Понятие гомоморфизма и изоморфизма алгебр. Определение инициальной алгебры АД. Теорема о существовании инициальной алгебры. Пример инициальной алгебры.

Вычисления в инициальной алгебре. Понятие о канонической системе термов и вычислении в алгебре термов.

Вычисления в инициальной алгебре. Определение системы правил переписывания термов и вычисления по правилам переписывания.

Системы правил переписывания и вычисления. Определение сходящейся системы правил. Теорема о системе правил переписывания, построенной по соотношениям абстрактного типа данных.

Определение сходящейся системы правил переписывания термов. Порядки на термах и некоторые способы доказательства свойства конечной завершаемости системы переписывания.

Определение сходящейся системы правил переписывания термов. Понятие критической пары термов и метод доказательства сходимости конечно завершаемой системы правил переписывания.

Реляционные базы данных. Тезис Кодда. Понятие отношения. Алгебраическая модель базы данных и операции над отношениями. Примеры операций.

Алгебраическая модель базы данных и операции над отношениями. Понятие ограничения целостности базы данных. Примеры ограничений целостности (функциональная зависимость, ограничение по включению, зависимость по соединению) и их алгебраические выражения.

Понятия схемы базы данных, состояния базы данных, запроса к базе данных, ответа на запрос. Реляционная алгебра отношений. Определение схемы базы данных. Реляционная алгебра базы данных. Моделирование состояния базы данных в виде гомоморфизма.

Определение представления пользователя. Понятие эквивалентности двух схем баз данных.

Реляционные алгебры и математическая логика. Связь между понятиями отношение и предикат, операциями над отношениями и логическими операциями и кванторами. Схема базы данных и логическая теория.

Подалгебры алгебры отношений и группа симметрии подалгебры. Теорема о взаимно однозначном соответствии между подалгебрами алгебры отношений и подгруппами в группе перестановок элементов домена (без доказательства).

Прямая сумма реляционных алгебр. Теорема представления реляционных алгебр конечного типа в виде прямой суммы неприводимых реляционных алгебр (без доказательства).

Реляционный подход к базам данных. Общие принципы построения систем типа "клиент-сервер". Исходные предпосылки построения информационных систем подобного типа: преимущества и недостатки. Составные части систем типа "клиент-сервер".

Понятия схемы базы данных и представлений пользователя. Принципы логической и физической независимости данных. Средства поддержки логической и физической независимости данных в языке SQL.

Принципы построения систем типа "клиент-сервер". Задачи и функции сервера. Основные принципы работы сервера: язык SQL, организация очередей, понятия транзакции, фиксации, журнала, отката, триггера.

Принципы построения систем типа "клиент-сервер". Задачи и функции клиентской части системы. Состав и функции инструментальных средств разработки клиентской части.

Определение онтологий. Место онтологий в современных информационных технологиях и системах.

Примеры онтологий и их моделей. Неполнота, как свойство общих онтологий. Ограниченность теоретико-множественного представления онтологий.

Определение теории категорий. Примеры категорий.

Определение теории категорий. Примеры представления онтологий средствами теории категорий.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Список источников и литературы**

#### **а) Основная литература**

1. Бениаминов Е.М., Ефимова Е.А. Элементы универсальной алгебры и ее приложений в информатике. М.: Научный мир, 2004.

2. Боуман Дж., Эмерсон С., Дарновски М. Практическое руководство по SQL. М.: Издательский дом «Вильямс», 2002.

б) Дополнительная литература

1. Кук Д., Бейз Г. Компьютерная математика. М.: Наука, 1990.
2. Цаленко М.Ш. Моделирование семантики в базах данных. М.: Наука, 1989.
3. Дейт К. Руководство по реляционной СУБД DB2. М.: Финансы и статистика, 1988.
4. Гольдблатт Р. Топосы. Категорный анализ логики. М.: Мир, 1983.
5. Genesereth M. R., Fikes R.E. (Editors). Knowledge Interchange Format, Version 3.0 Reference Manual. //Computer Science Department, Stanford University, Technical Report Logic-92-1, June 1992. (<http://www.ksl.stanford.edu>).
6. Бениаминов Е.М., Болдина Д.М. Система представления знаний Ontolingua - принципы и перспективы. // НТИ, сер.2, N , 1999.
7. Gruber T. Ontolingua: A mechanism to support portable ontologies. //Stanford University, Knowledge Systems Laboratory, Technical Report KSL-91-66, March 1992. (<http://www.ksl.stanford.edu>).

6.2 **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»,**

1. <http://www.sql-ex.ru>

**Перечень БД и ИСС**

№ п/п	Наименование
1	Международные реферативные наукометрические БД, доступные в рамках национальной подписки в 2021 г. Web of Science Scopus
2	Профессиональные полнотекстовые БД, доступные в рамках национальной подписки в 2021 г. Журналы Cambridge University Press ProQuest Dissertation & Theses Global SAGE Journals Журналы Taylor and Francis
3	Профессиональные полнотекстовые БД JSTOR Издания по общественным и гуманитарным наукам Электронная библиотека Grebennikon.ru
4	Компьютерные справочные правовые системы Консультант Плюс, Гарант

**7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебный класс с хорошей доской.

**1. Перечень ПО**

№п /п	Наименование ПО	Производитель	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
1	Adobe Master Collection CS4	Adobe	лицензионное
2	ОС «Альт Образование» 8	ООО «Базальт СПО	лицензионное
3	Windows 10 Pro	Microsoft	лицензионное
4	Kaspersky Endpoint Security	Kaspersky	лицензионное
5	Microsoft Office 2016	Microsoft	лицензионное
6	Zoom	Zoom	лицензионное

## **8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- для слепых и слабовидящих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
  - обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
  - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
  - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.
- для глухих и слабослышащих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
  - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
  - экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается

использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- для слепых и слабовидящих:
  - в печатной форме увеличенным шрифтом;
  - в форме электронного документа;
  - в форме аудиофайла.
- для глухих и слабослышащих:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа;
  - в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

- для слепых и слабовидящих:
  - устройством для сканирования и чтения с камерой SARA CE;
  - дисплеем Брайля PAC Mate 20;
  - принтером Брайля EmBraille ViewPlus;
- для глухих и слабослышащих:
  - автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
  - акустический усилитель и колонки;
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - передвижными, регулируемыми эргономическими партами СИ-1;
  - компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

## 9. Методические материалы

### 9.1. Планы семинарских занятий

Тема 1. (8 ч.) Алгебраическое моделирование типов данных

*Цель занятий:* усвоить основные понятия алгебры и научить моделировать различные типы данных в программировании алгебраическими средствами.

Форма проведения – обсуждение, решение задач, опрос.

Вопросы для обсуждения:

Что такое алгебраическая система?

Что такое тип данных в программировании?

Для чего строятся алгебраические модели типов данных в программировании?

Контрольные вопросы:

1. Понятие алгебраической операции, аридность и тип операции.
2. Понятие сигнатуры и определение алгебраической системы.
3. Моделирование типов данных в виде алгебраических систем. Примеры.
4. Понятие термина в заданной сигнатуре с заданным набором переменных.
5. Определение семантики термов в алгебраической системе.
6. Определение подстановки термов вместо переменных. Действие подстановки на термы.
7. Определение равенства термов и верности равенства двух термов для заданной алгебраической системы.
8. Определение абстрактного типа данных.
9. Алгебраические системы как реализации (модели) абстрактных типов данных.
10. Сигма-алгебра, гомоморфизмы сигма-алгебр, как способ сравнения различных реализаций абстрактных типов данных. Изоморфизм реализаций.

Список источников и литературы:

1. Бениаминов Е.М., Ефимова Е.А. Элементы универсальной алгебры и ее приложений в информатике. М.: Научный мир, 2004. (Глава 1, Упражнения к главе 1)

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. Душкин Р. [Алгебраические типы данных и их использование в программировании](http://fprog.ru/2009/issue2/roman-dushkin-algebraic-data-types/), «Практика функционального программирования» (ISSN 2075-8456) 2009 №2 (<http://fprog.ru/2009/issue2/roman-dushkin-algebraic-data-types/>)

Материально-техническое обеспечение занятия: доска, видеопроектор, ноутбук.

Тема 2. (24 ч.) Некоторые понятия общей алгебры и абстрактные типы данных

*Цель занятий:* усвоить основные понятия универсальной алгебры и методологию применения этих понятий на примерах моделирования основных математических объектов: инволюция, полугруппа, моноид, группа, векторное пространство.

Форма проведения – обсуждение, решение задач, опрос.

Вопросы для обсуждения:

Что такое гомоморфизм и изоморфизм, и в чем смысл использования этих понятий в информатике?

Как описываются всевозможные реализации абстрактного типа данных в математике?

Почему математические понятия полезны в информатике?

Контрольные вопросы:

1. Простейшие абстрактные типы данных. Пример АД инволюция и примеры ее реализаций. Теорема о строении реализаций инволюций. Гомоморфизм инволюций.
2. Пример АД полугруппа и примеры ее реализации. Определение гомоморфизма и изоморфизма алгебраических систем. Понятие подалгебры и множества образующих алгебраической системы. Примеры гомоморфизма, изоморфизма, подалгебр и множества образующих для полугрупп. Понятие прямой суммы алгебр на примере полугрупп.

3. Пример АД моноид и примеры его реализации. Определение гомоморфизма и изоморфизма алгебраических систем. Понятие подалгебры и множества образующих алгебраической системы. Примеры гомоморфизма, изоморфизма, подалгебр и множества образующих для моноидов. Понятие прямой суммы алгебр на примере моноидов.

4. Пример АД группа и примеры ее реализации. Определение гомоморфизма и изоморфизма алгебраических систем. Понятие подалгебры и множества образующих алгебраической системы. Примеры гомоморфизма, изоморфизма, подалгебр и множества образующих для групп на примере групп. Теорема о канонической реализации групп.

5. Пример АД коммутативная группа. Определение гомоморфизма и изоморфизма алгебраических систем. Понятие подалгебры и множества образующих алгебраической системы. Примеры гомоморфизма, изоморфизма, подалгебр и множества образующих для групп на примере коммутативных групп. Понятие прямой суммы алгебр. Теорема о каноническом представлении конечных коммутативных групп (без доказательства). Пример.

6. Пример АД векторное пространство и примеры его реализации. Определение гомоморфизма и изоморфизма алгебраических систем. Понятие подалгебры и множества образующих алгебраической системы. Примеры гомоморфизма, изоморфизма, подалгебр и множества образующих для векторных пространств. Понятие прямой суммы алгебр на примере векторных пространств.

7. Пример АД решетка и примеры ее реализации. Определение гомоморфизма и изоморфизма алгебраических систем. Понятие подалгебры и множества образующих алгебраической системы. Примеры гомоморфизма, изоморфизма, подалгебр и множества образующих для решетки. Понятие прямой суммы алгебр на примере решеток.

8. Пример АД булева алгебра и примеры ее реализации. Определение гомоморфизма и изоморфизма алгебраических систем. Понятие подалгебры и множества образующих алгебраической системы. Примеры гомоморфизма, изоморфизма, подалгебр и множества образующих для булевых алгебр.

9. Пример АД булева алгебра и примеры ее реализации. Понятие прямой суммы булевых алгебр. Теорема об изоморфизме булевой алгебры всех подмножеств конечного множества прямой сумме булевых алгебр  $\{0,1\}$ .

10. Теоремы об изоморфизме конечной булевой алгебры алгебре всех подмножеств некоторого множества.

#### Список источников и литературы:

1. Бениаминов Е.М., Ефимова Е.А. Элементы универсальной алгебры и ее приложений в информатике. М.: Научный мир, 2004. (Глава 2,3; Упражнения к главам 2,3)

#### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Алгебраическая\\_система](https://ru.wikipedia.org/wiki/Алгебраическая_система)

Материально-техническое обеспечение занятия: доска, видеопроектор, ноутбук.

*Цель занятий:* усвоить основные понятия алгебры и научить моделировать различные типы данных в программировании алгебраическими средствами и построение реализаций типов данных.

Форма проведения – обсуждение, решение задач, опрос.

Вопросы для обсуждения:

Что такое реализация абстрактного типа данных?

Чем отличаются различные реализации типа данного и в чем должны совпадать?

Что такое вычисление в реализации абстрактного типа данных?

Контрольные вопросы:

1. Понятие гомоморфизма и изоморфизма алгебр. Теорема о композиции гомоморфизмов. Тожественный изоморфизм. Теорема об обратном изоморфизме.
2. Определение инициальной алгебры АД. Теорема о единственности инициальной алгебры с точностью до изоморфизма. Пример инициальной алгебры.
3. Алгебра термов. Теорема о единственности гомоморфизма из алгебры термов без переменных.
4. Определение семантической эквивалентности на множестве замкнутых термов и его свойства.
5. Определение синтаксической эквивалентности на множестве термов. Конструкция построения инициальной реализации из алгебры термов без переменных.
6. Понятие гомоморфизма и изоморфизма алгебр. Определение инициальной алгебры АД. Теорема о существовании инициальной алгебры. Пример инициальной алгебры.
7. Вычисления в инициальной алгебре. Понятие о канонической системе термов и вычислении в алгебре термов.
8. Вычисления в инициальной алгебре. Определение системы правил переписывания термов и вычисления по правилам переписывания.
9. Системы правил переписывания и вычисления. Определение сходящейся системы правил. Теорема о системе правил переписывания, построенной по соотношениям абстрактного типа данных.
10. Определение сходящейся системы правил переписывания термов. Порядки на термах и некоторые способы доказательства свойства конечной завершаемости системы переписывания.
11. Определение сходящейся системы правил переписывания термов. Понятие критической пары термов и метод доказательства сходимости конечно завершаемой системы правил переписывания.

Список источников и литературы:

1. Бениаминов Е.М., Ефимова Е.А. Элементы универсальной алгебры и ее приложений в информатике. М.: Научный мир, 2004. (Глава 4, Упражнения к главе 4)

Материально-техническое обеспечение занятия: доска, видеопроектор, ноутбук.



#### Тема 4. (8 ч.) Алгебраические модели в теории баз данных

*Цель занятий:* научить использовать алгебраические средства для моделирования реляционных баз данных, пользоваться стандартными средствами для формирования запросов к базам данных.

Форма проведения – обсуждение, решение задач, опрос.

Вопросы для обсуждения:

Что такое отношение?

История создания реляционного подхода к базам данных и роль алгебры в процессе формирования этого подхода.

Для чего строятся алгебраические модели понятий реляционного подхода к базам данных?

Контрольные вопросы:

1. Реляционные базы данных. Тезис Кодда. Понятие отношения. Алгебраическая модель базы данных и операции над отношениями. Примеры операций.
2. Алгебраическая модель базы данных и операции над отношениями. Понятие ограничения целостности базы данных. Примеры ограничений целостности (функциональная зависимость, ограничение по включению, зависимость по соединению) и их алгебраические выражения.
3. Понятия схемы базы данных, состояния базы данных, запроса к базе данных, ответа на запрос. Реляционная алгебра отношений. Определение схемы базы данных. Реляционная алгебра базы данных. Моделирование состояния базы данных в виде гомоморфизма.
4. Определение представления пользователя. Понятие эквивалентности двух схем баз данных.
5. Реляционные алгебры и математическая логика. Связь между понятиями отношение и предикат, операциями над отношениями и логическими операциями и кванторами. Схема базы данных и логическая теория.
6. Подалгебры алгебры отношений и группа симметрии подалгебры. Теорема о взаимно однозначном соответствии между подалгебрами алгебры отношений и подгруппами в группе перестановок элементов домена (без доказательства).
7. Прямая сумма реляционных алгебр. Теорема представления реляционных алгебр конечного типа в виде прямой суммы неприводимых реляционных алгебр (без доказательства).

Список источников и литературы:

1. Бениаминов Е.М., Ефимова Е.А. Элементы универсальной алгебры и ее приложений в информатике. М.: Научный мир, 2004. (Глава 5, Упражнения к главе 5)

Материально-техническое обеспечение занятия: доска, видеопроектор, ноутбук.

#### Тема 5. (16 ч.) Стандартный язык для работы с реляционными базами данных

*Цель занятий:* усвоить основные понятия алгебры и научиться пользоваться алгебраическим языком запросов к реляционным базам данных и языком SQL.

Форма проведения – обсуждение, решение задач, опрос.

Вопросы для обсуждения:

Что такое схема базы данных, и зачем строить алгебраические модели схем баз данных и запросов?

Что нужно учитывать при проектировании баз данных?

Контрольные вопросы:

1. Реляционный подход к базам данных. Общие принципы построения систем типа "клиент-сервер". Исходные предпосылки построения информационных систем подобного типа: преимущества и недостатки. Составные части систем типа "клиент-сервер".
2. Язык запросов SQL. Операторы языка запросов SQL. Составление запросов на языке SQL по тексту задачи.
3. Понятия схемы базы данных и представлений пользователя. Принципы логической и физической независимости данных. Средства поддержки логической и физической независимости данных в языке SQL.
4. Принципы построения систем типа "клиент-сервер". Задачи и функции сервера. Основные принципы работы сервера: язык SQL, организация очередей, понятия транзакции, фиксации, журнала, отката, триггера.
5. Принципы построения систем типа "клиент-сервер". Задачи и функции клиентской части системы. Состав и функции инструментальных средств разработки клиентской части.

Список источников и литературы:

1. Бениаминов Е.М., Ефимова Е.А. Элементы универсальной алгебры и ее приложений в информатике. М.: Научный мир, 2004. (Глава 5, Упражнения к главе 5)
2. Боуман Дж., Эмерсон С., Дарновски М. Практическое руководство по SQL. М.: Издательский дом «Вильямс», 2002.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. <http://www.sql-ex.ru>

Материально-техническое обеспечение занятия: доска, видеопроектор, ноутбук, доступ в интернет.

Тема 6. (8 ч.) Элементы теории категорий и их приложений к представлению знаний

*Цель занятий:* усвоить основные понятия алгебры и научиться моделировать онтологии алгебраическими средствами.

Форма проведения – обсуждение, решение задач, опрос.

Вопросы для обсуждения:

Что такое онтология?

Контрольные вопросы:

1. Определение онтологий. Место онтологий в современных информационных технологиях и системах.
2. Примеры онтологий и их моделей. Неполнота, как свойство общих онтологий. Ограниченность теоретико-множественного представления онтологий.
3. Определение теории категорий. Примеры категорий.
4. Определение теории категорий. Примеры представления онтологий средствами теории категорий.

Список источников и литературы:

1. Бениаминов Е.М., Ефимова Е.А. Элементы универсальной алгебры и ее приложений в информатике. М.: Научный мир, 2004. (Глава 1, Упражнения к главе 1)

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Онтология\\_\(информатика\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Онтология_(информатика))

Материально-техническое обеспечение занятия: доска, видеопроектор, ноутбук.

## 9.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Кол-во часов	Вопросы для изучения	Литература
Алгебраическое моделирование типов данных	8	Примеры типов данных в программировании. Понятие алгебраической операции, арность и тип операции. Понятие сигнатуры и определение алгебраической системы. Моделирование типов данных в виде алгебраических систем. Понятие терма в заданной сигнатуре и верного равенства двух термов для заданной алгебраической системы. Определение абстрактного типа данных и представление абстрактных типов данных в виде алгебраических теорий. Алгебраические системы как реализации (модели) абстрактных типов данных.	Бениаминов Е.М., Ефимова Е.А. Элементы универсальной алгебры и ее приложений в информатике (с.7-20). Упражнения к главе 1 (с.21-24)
Некоторые понятия общей	24	Примеры абстрактных типов данных с одной или двумя	Бениаминов Е.М., Ефимова Е.А. Элементы

алгебры и абстрактные типы данных		<p>операциями: полугруппа (свойство ассоциативности операции), моноид, группа, коммутативная группа, и их модели.</p> <p>Понятие гомоморфизма и изоморфизма алгебр. Прямая сумма алгебр. Задание алгебр множеством образующих и соотношений. Реализация одного типа данных в других. Примеры абстрактных типов: порядок, линейный порядок, граф, направленный граф, дерево, структура (система с бинарными операциями <math>\min</math> и <math>\max</math> и естественными соотношениями для них), булева алгебра.</p>	<p>универсальной алгебры и ее приложений в информатике (с. 25-45, 55-72).</p> <p>Упражнения к главе 2,3 (с.46-54,73-78)</p>
Инициальные реализации абстрактного типа данных	8	<p>Свободная алгебра и инициальная алгебры. Теорема о существовании и единственности инициальных алгебр.</p> <p>Понятие вычисления в инициальной алгебре.</p> <p>Канонический вид термов.</p> <p>Системы правил переписывания и алгоритмы приведения термов к каноническому виду. Понятия конфлюэнтной, конечно завершаемой и сходящейся системы правил переписывания.</p> <p>Критерии сходимости правил переписывания.</p>	<p>Бениаминов Е.М., Ефимова Е.А. Элементы универсальной алгебры и ее приложений в информатике (с. 79-101)</p>
Алгебраические модели в теории баз данных	8	<p>Операции над отношениями.</p> <p>Схема базы данных и ее представление алгебраическими средствами. Реляционная алгебра базы данных.</p> <p>Алгебраическое моделирование представление пользователя.</p> <p>Эквивалентность схем баз данных и изоморфизм соответствующих им реляционных алгебр.</p> <p>Алгебраическая структура реляционных алгебр.</p> <p>Неразложимые реляционные алгебры. Теорема о каноническом разложении реляционных алгебр в прямую сумму неприводимых.</p>	<p>Бениаминов Е.М., Ефимова Е.А. Элементы универсальной алгебры и ее приложений в информатике (с. 118-143)</p> <p>Упражнения к главе 6 (с.144-147)</p>

Стандартный язык для работы с реляционными базами данных	16	<p>Язык SQL. Операторы языка: CREATE TABLE, DELETE, INSERT, UPDATE.</p> <p>Язык SQL. Оператор SELECT и его выразительные возможности. Запросы, использующие группирование.</p> <p>Построение запросов с подзапросами для выражения сложной информационной потребности. Формирование сложных запросов.</p>	<p>Боуман Дж., Эмерсон С., Дарновски М. Практическое руководство по SQL.</p> <p>Упражнения и задачи.</p> <p><a href="http://www.sql-ex.ru">http://www.sql-ex.ru</a> (20 обучающих задач)</p>
Элементы теории категорий и их приложений к представлению знаний	8	<p>Примеры общих понятий и их моделей. Неполнота, как свойство общих понятий. Ограниченность теоретико-множественного представления понятий. Определение теории категорий. Примеры.</p> <p>Определение основных теоретико-категорных операций. Примеры представления понятий средствами теории категорий. Понятие функтора и применение его для моделирования реализаций формальных понятий.</p>	<p>Бениаминов Е.М., Ефимова Е.А. Элементы универсальной алгебры и ее приложений в информатике (с. 104-109)</p>

#### Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Освоение дисциплины «Алгебраические методы в информатике» предполагает активную самостоятельную работу студента. Самостоятельная работа студента состоит из:

- подготовки к лекциям и семинарам (чтению и усвоению соответствующей литературы, указанной в таблице «Планы семинарских занятий», а также конспектов предыдущих лекций и дополнительной литературы);

- выполнения домашних заданий;

- выполнения домашних индивидуальных контрольных работ;

- подготовки к контрольным работам, зачету и экзамену.

Самостоятельная работа студента является важным компонентом обучения. Студент обязан приходить на лекции и семинары предварительно подготовившись уже по пройденным темам, которые используются в текущих лекциях и семинарах.

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Алгебраические методы в информатике» реализуется на Отделении интеллектуальные системы в гуманитарной сфере кафедрой математики, логики и интеллектуальных систем в гуманитарной сфере в 7 и 8 семестрах.

*Цель дисциплины:* В процессе обучения алгебре преследуются несколько целей. Одна из них – подготовить выпускника, умеющего использовать математические методы алгебры, ее понятия и средства в информатике. Другой целью курса можно считать обучение слушателей современному математическому языку, стилю алгебраического моделирования в информатике и приобретение у студентов навыков математического моделирования с использованием современных алгебраических средств.

*Задача дисциплины:* освоение базовых математических понятий алгебры и навыков, необходимых для получения требуемых компетенций в области информатики, программирования и моделирования.

*Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:*

ОПК-2 - Способен получать знания в области современных проблем науки, техники и технологии информатики, гуманитарных, лингвистических, и социальных наук;

ПК-1 - Способен разрабатывать алгоритмы обработки информации с использованием современных математических методов;

ПК-2 - Способен представлять результаты исследований и разработок в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений;

ПК-7 - Способен к участию в разработке архитектур информационных и интеллектуальных систем;

ПК-9 - Способен применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений.

В результате изучения дисциплины студент должен:

*Знать:*

- основные понятия универсальной алгебры;
- примеры основных алгебраических структур;
- основные направления приложений алгебры в информатике;
- операции реляционной алгебры для моделирования операций в базах данных;
- простейшие алгебраические операции, используемые в представлении знаний.

*Уметь:*

- решать простые задачи по алгебраическому моделированию типов данных в программировании;
- строить алгебраические запросы и запросы на SQL к реляционной базе данных.

*Владеть:*

- алгебраической терминологией и навыками моделирования;
- простейшими навыками решения алгебраических задач;
- языком SQL для работы с базами данных;
- простейшими навыками представления знаний алгебраическими средствами.

По дисциплине предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме устных ответов у доски, выполнения письменных домашних заданий и написания контрольных работ, промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой и экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц.