



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

Институт математики и информационных технологий  
Кафедра информационных технологий

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
Директор ИМИТ ИГУ  
*М. В. Фалалеев*  
**М. В. Фалалеев**  
**«17» мая 2023 г.**



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Б1.В.12 Рекурсивно-логическое программирование**

Направление подготовки 02.03.02 Математическое обеспечение и  
администрирование информационных систем

Направленность (профиль) подготовки Математическое обеспечение и  
администрирование информационных систем

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения очная

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цели: освоение студентами фундаментальных знаний в области одного из разделов искусственного интеллекта - рекурсивно-логическому программированию на языке Пролог.

Задачи: изложение основных положений парадигмы логического программирования, конструкций языка программирования Пролог, а также приемов программирования на этом языке.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Учебная дисциплина Б1.В.12 Рекурсивно-логическое программирование относится к части Блока 1 образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

## **3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем:

ПК-3 Способен применять современные информационные технологии при проектировании, реализации, оценке качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях;

ПК-5 Способен использовать основные концептуальные положения функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования, методы, способы и средства разработки программ в рамках этих направлений.

## 4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных ед., 144 час.

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

### 4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

Раздел дисциплины / тема	Виды учебной работы			Самост. работа	Формы текущего контроля; Формы промежут. аттестации
	Контактная работа преподавателя с обучающимися				
	Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия		
Тема 1. Основные положения логического программирования, язык ПРОЛОГ.	4	4		10	
Тема 2. Целевое программирование, представление данных в языке Пролог.	4	4		10	
Тема 3. Задание и программирование отношений.	4	4		10	
Тема 4. Списки, обработка списков, функторы, семантики программы.	4	4		10	
Тема 5. Логический вывод, автоматическое доказательство теорем.	4	4		10	
Тема 6. Базы данных в ПРОЛОГЕ, арифметика.	4	4		10	
Тема 7. Алгоритм Британского музея (Отобразить и проверить).	6	6		16	
Итого (7 семестр):	30	30		76	зач.с оц.

### 4.2. Содержание учебного материала

Тема 1. Основные положения логического программирования, язык ПРОЛОГ.

Основания логического программирования: исчисление высказываний, исчисление предикатов первого порядка, неклассические логики. Метод резолюции. Теорема Эрбрана. Теорема о полноте исчисления предикатов первого порядка. Введение в синтаксис языка ПРОЛОГ.

Тема 2. Целевое программирование, представление данных в языке Пролог.

Факты, правила и запросы. Обобщенная структура фраз Хорна. Язык дизъюнкций метода резолюций. Семантика пропозициональных программ. Элементарные типы данных. Унификация.

Тема 3. Задание и программирование отношений.

Парадигма логического моделирования и ее место в математическом моделировании. Концептуальная модель предметной области, онтологии. Данные, знания, алгоритмы, стратегии, эвристики. Декларативный и процедурный стиль программирования. Визуализация отношений при помощи графов.

Тема 4. Списки, обработка списков, функторы, семантики программы.

Рекурсивный подход к определению структур данных. Сложные структуры данных, функторы. Списки как рекурсивная структура данных. Декларативная и процедурная семантика рекурсивных программ. Простая, обобщенная, трансфинитная и структурная индукция. Интерпретация ПРОЛОГ-программы в виде доказательства правильности методом индукции. Базовые операции над списками. Грамматики.

Трансляция естественного языка. Преобразование выражений и аналитический подход к решению задач.

Тема 5. Логический вывод, автоматическое доказательство теорем.

Унификация сложных структур данных в ПРОЛОГ. Метод резолюции над фразами Хорна: стратегия линейной резолюции. Интуиционистская семантика хорновских фраз и логического вывода. Планирование действий в графе пространства состояний. Задачи с удовлетворением ограничений. Стратегии организации перебора. Отсечение и др. предикаты управления логическим выводом. Автоматическое доказательство теорем: отличия от логического программирования, неполная унификация, неполная стратегия поиска в глубину. Исчисление Позитивно-образованных формул.

Тема 6. Базы данных в ПРОЛОГЕ, арифметика.

ДАТАЛОГ - специализация языка ПРОЛОГ для поддержки функций баз данных. Рабочая память машины вывода на типовых конфигурациях. Примеры программ. Продукционные системы. Арифметические действия в ПРОЛОГ и их отличия от унификации.

Тема 7. Алгоритм Британского музея (Отобразить и проверить).

Определение алгоритма как подхода к решению переборных задач и задач с удовлетворением ограничений. Понятие вычислительной сложности программы, полиномиальные, экспоненциальные, логарифмические алгоритмы. Задачи класса недетерминировано-полиномиальных (NP). NP-полные и NP-трудные задачи. Эвристические алгоритмы, стратегии перебора. Методы сокращения пространства перебора.

### **4.3. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования. Согласно требованиям нормативных документов самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ. Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;
- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;
- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;
- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;
- развитие навыков самоорганизации;
- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

– выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

**Подготовка к лекции.** Качество освоения содержания конкретной дисциплины прямо зависит от того, насколько студент сам, без внешнего принуждения формирует у себя установку на получение на лекциях новых знаний, дополняющих уже имеющиеся по данной дисциплине. Время на подготовку студентов к двухчасовой лекции по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к практическому занятию.** Подготовка к практическому занятию включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач его проведения; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы. Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на практическом занятии. Подготовка к практическому занятию нередко требует подбора материала, данных и специальных источников, с которыми предстоит учебная работа. Студенты должны дома подготовить к занятию 3–4 примера формулировки темы исследования, представленного в монографиях, научных статьях, отчетах. Затем они самостоятельно осуществляют поиск соответствующих источников, определяют актуальность конкретного исследования процессов и явлений, выделяют основные способы доказательства авторами научных работ ценности того, чем они занимаются. В ходе самого практического занятия студенты сначала представляют найденные ими варианты формулировки актуальности исследования, обсуждают их и обосновывают свое мнение о наилучшем варианте. Время на подготовку к практическому занятию по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к семинарскому занятию.** Самостоятельная подготовка к семинару направлена: на развитие способности к чтению научной и иной литературы; на поиск дополнительной информации, позволяющей глубже разобраться в некоторых вопросах; на выделение при работе с разными источниками необходимой информации, которая требуется для полного ответа на вопросы плана семинарского занятия; на выработку умения правильно выписывать высказывания авторов из имеющихся источников информации, оформлять их по библиографическим нормам; на развитие умения осуществлять анализ выбранных источников информации; на подготовку собственного выступления по обсуждаемым вопросам; на формирование навыка оперативного реагирования на разные мнения, которые могут возникать при обсуждении тех или иных научных проблем. Время на подготовку к семинару по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к коллоквиуму.** Коллоквиум представляет собой коллективное обсуждение раздела дисциплины на основе самостоятельного изучения этого раздела студентами. Подготовка к данному виду учебных занятий осуществляется в следующем порядке. Преподаватель дает список вопросов, ответы на которые следует получить при изучении определенного перечня научных источников. Студентам во внеаудиторное время необходимо прочитать специальную литературу, выписать из нее ответы на вопросы, которые будут обсуждаться на коллоквиуме, мысленно сформулировать свое мнение по каждому из вопросов, которое они выскажут на занятии. Время на подготовку к коллоквиуму по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к контрольной работе.** Контрольная работа назначается после изучения определенного раздела (разделов) дисциплины и представляет собой совокупность развернутых письменных ответов студентов на вопросы, которые они заранее получают от преподавателя. Самостоятельная подготовка к контрольной работе включает в себя: — изучение конспектов лекций, раскрывающих материал, знание которого проверяется контрольной работой; повторение учебного материала, полученного

при подготовке к семинарским, практическим занятиям и во время их проведения; изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание проверяемых знаний; составление в мысленной форме ответов на поставленные в контрольной работе вопросы; формирование психологической установки на успешное выполнение всех заданий. Время на подготовку к контрольной работе по нормативам составляет 2 часа.

**Подготовка к зачету.** Самостоятельная подготовка к зачету должна осуществляться в течение всего семестра. Подготовка включает следующие действия: перечитать все лекции, а также материалы, которые готовились к семинарским и практическим занятиям в течение семестра, соотнести эту информацию с вопросами, которые даны к зачету, если информации недостаточно, ответы находят в предложенной преподавателем литературе. Рекомендуется делать краткие записи. Время на подготовку к зачету по нормативам составляет не менее 4 часов.

**Подготовка к экзамену.** Самостоятельная подготовка к экзамену схожа с подготовкой к зачету, особенно если он дифференцированный. Но объем учебного материала, который нужно восстановить в памяти к экзамену, вновь осмыслить и понять, значительно больше, поэтому требуется больше времени и умственных усилий. Важно сформировать целостное представление о содержании ответа на каждый вопрос, что предполагает знание разных научных трактовок сущности того или иного явления, процесса, умение раскрывать факторы, определяющие их противоречивость, знание имен ученых, изучавших обсуждаемую проблему. Необходимо также привести информацию о материалах эмпирических исследований, что указывает на всестороннюю подготовку студента к экзамену. Время на подготовку к экзамену по нормативам составляет 36 часов для бакалавров.

В ФБГОУ ВО «ИГУ» организация самостоятельной работы студентов регламентируется Положением о самостоятельной работе студентов, принятым Ученым советом ИГУ 22 июня 2012 г.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1. Литература, базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. И.Братко, Программирование на языке ПРОЛОГ для искусственного интеллекта // М.: "Мир" - 1990, 560 с.
2. Дж. Малпас, Реляционный язык ПРОЛОГ и его применение // М.: "Наука" - 1990, 464 с.
3. Л.Стерлинг, Э.Шапиро, Искусство программирования на языке ПРОЛОГ // М.: "Мир" - 1990, 235 с.
4. Ж.-Л. Лорьер, Системы искусственного интеллекта: пер. с франц. // М.: "Мир", 1991 - 568 с., ил.
5. У. Клоксин, К. Меллиш. Программирование на языке Пролог. М: "Мир", 1987, 334 С.
6. Е. А. Черкашин. Рекурсивно-логическое программирование [Текст] : учеб. пособие / Е. А. Черкашин ; рец.: В. С. Ульянов, А. А. Лемперт ; Иркутский гос. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т динамики систем и теории управления. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - 109 с. ; 20 см. - Библиогр.: с. 109. - ISBN 978-5-9624-0938-2
7. А. А. Ларионов. Программные технологии для эффективного поиска логического вывода в исчислении позитивно-образованных формул [Текст] : научное издание / А. А. Ларионов, Е. А. Черкашин ; рец.: В. С. Ульянов, О. С. Заикин ; Иркутский гос. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т динамики систем и теории упр. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. - 104 с. ; 20 см. - Библиогр.: с. 95-104

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебная аудитория для проведения:**

- занятий лекционного типа,
- занятий семинарского (практического) типа,
- групповых и индивидуальных консультаций,
- текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оснащение:

Учебная аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории, для проведения занятий лекционного типа, практических занятий (семинарского типа), курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Для проведения занятий лекционного типа обучающимся предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации.

### **6.2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.**

Оснащение:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные учебной мебелью. Рабочие места обучающихся оборудованы компьютерной техникой и подключены в локальную вычислительную сеть, в т.ч. с использованием беспроводного Wi-Fi подключения, с возможностью выхода в глобальную сеть Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду.

### **6.3. Программное обеспечение**

Приложение для чтения PDF-файлов, браузер для просмотра интернет контента, приложение для создания PDF-файлов.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **7.1. Оценочные средства для промежуточной аттестации**

**Список вопросов для промежуточной аттестации:**

1. Понятие логической теории. Выразительность теорий.
2. Исчисление предикатов первого порядка.
3. Определения понятия "теорема". Примеры теорем.
4. Понятие логического вывода. Прямой и обратный вывод.
5. Теорема Эрбрана.
6. Теорема о полноте исчисления.
7. Структурные единицы ПРОЛОГ-программы, их семантика.
8. Программные структуры ПРОЛОГ, факты, правила, запросы.
9. Формализация структур в виде фраз Хорна.
10. Декларативная семантика пропозициональных вариантов фраз Форна.
11. Процедурная семантика правил ПРОЛОГ.
12. Элементарные типы данных и операции над ними.
13. Переменные и унификация.
14. Арифметика в языке ПРОЛОГ, отличия от операции унификации.
15. Предикаты ввода-вывода.

16. Понятие концептуальной модели предметной области.
17. Определение онтологии. Онтологическое моделирование.
18. Понятия: Данные и знания. Знания алгоритмические, эвристические. Стратегии.
19. Особенности логического формализма представления знаний.
20. Сложные структуры данных ПРОЛОГ. Задание функторов.
21. Рекурсивное представление списков. Базовые операции со списками.
22. Представление ПРОЛОГ-программы как схемы доказательства корректности по индукции.
23. Методика проектирования программ на основе индукции по длине входных данных.
24. Унификация сложных структур данных в ПРОЛОГ.
25. Представление процесс логического вывода в ПРОЛОГ.
26. Обратный логический вывод/опровержение. Линейная резолюция.
27. Методики управления процессом логического вывода. Отсечение и его влияние на семантику программы.
28. Язык запросов к базе данных в языке ПРОЛОГ.
29. Предикаты внесения изменений в базу данных.
30. Архитектура машины на основе типовых конфигураций.
31. Процедура разрешения конфликтов в системах, на основе типовых конфигураций.
32. Продукционный формализм представления знаний.
33. Изложить суть алгоритма Британского музея.
34. Понятие вычислительной сложности программы.
35. Классы задач в зависимости от вычислительной сложности. Полиномиальные и экспоненциальные алгоритмы.
36. Задачи класса NP и их классификация.
37. Методы сокращения области поиска. Стратегии с итеративным погружением.
38. Эвристические функции, управление процессом перебора.