

Компонент ОПОП  
Направленность (профиль)

**09.03.02 Информационные системы и технологии**  
**Информационные системы и технологии**  
**искусственного интеллекта**

Б1.В.04

шифр дисциплины

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины

Функциональное и логическое программирование

Разработчик (и):

Шиманский С.А.

ФИО

ст.преподаватель

должность

ученая степень, звание

Утверждено на заседании кафедры

наименование кафедры

протокол № 6 от 01.02.2024

Заведующий кафедрой ИТ

Ляш О.И.

подпись

ФИО

Мурманск  
2024

## Пояснительная записка

Объем дисциплины 4 з. е.

**1. Результаты обучения по дисциплине**, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-5 Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта	ИД-1 <sub>ПК-5</sub> Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта ИД-2 <sub>ПК-5</sub> Разрабатывает приложения систем искусственного интеллекта ИД-3 <sub>ПК-5</sub> Проводит тестирование систем искусственного интеллекта	<b>Знать:</b> теоретические основы функционального и логического программирования синтаксис языков программирования, изучаемых в курсе; возможности интегрированных сред программирования. <b>Уметь:</b> использовать основные средства одного из языков функционального и логического программирования; разрабатывать прикладные программы с помощью интегрированных сред программирования; отлаживать и тестировать создаваемые программы, используя диагностические возможности среды разработки <b>Владеть:</b> языками логического и функционального программирования для реализации знаний и умений

## 2. Содержание дисциплины

Тема 1. *Математические основы ЛП*. Логический вывод. Метод резолюций. Словарь, синтаксис и семантика исчисления предикатов; предварённая нормальная форма; метод резолюций применительно к исчислению предикатов. Унификация. Фразы Хорна (хорновские дизъюнкты). Рекурсивное программирование. Вычислительная модель; анализ структуры термов; металогические предикаты; внелогические предикаты; недетерминированное программирование; неполные структуры данных. Принцип Робинсона. Теория логических программ.

Тема 2. *Декларативное программирование*. Сравнительный анализ императивной и декларативной парадигм программирования. Ретроспектива и перспектива развития функционального и логического программирования. Понятие логической программы. Основные языковые конструкции. Литеры и их типы, интерпретация. Операторы, свойства операторов (позиция, приоритет, ассоциативность). Инфиксные, префиксные, постфиксные операторы. Факты. Правила. Запись фактов и правил. Предикаты. Цели, конъюнкция целей. Общая схема доказательства целевого утверждения. Арифметика в языке Prolog. Встроенные предикаты для сравнения чисел. Вычисление арифметических выражений. Предикат `is` и его варианты в различных версиях. Примеры программ с выполнением арифметических операций. Согласование целевых утверждений. Доказательство целевых утверждений при использовании механизма возврата. Правила установления соответствия. Недетерминизм первого и второго рода. Понятие свободной и связанной переменной. Примеры программ с использованием механизма возврата. Семантика. Корректность. Сложность. Отрицание в ЛП. Отсечение и откат. Проблемы, связанные с использованием отсечения. Развитие отсечения в отсечение-отрезок в некоторых вариантах. Составные структуры данных. Списки. Формы записи списков. Работа со списками. Граничные условия и способы использования рекурсии. Примеры программ с рекурсивными определениями.

ми. Сортировка списков. Бинарные деревья. Деревья поиска. Графы.

Тема 3. *Приёмы программирования на Prolog'e*. Применение логического программирования в задачах искусственного интеллекта. Экспертные системы. Динамические предикаты. Добавление и исключение утверждений, классификация термов, изменение и анализ утверждений, работа со структурами произвольного вида, воздействие на процесс возврата, реализация сложных способов выражения целевых утверждений, объявление операторов, обработка файлов. Примеры использования встроенных предикатов. Декларативная и операционная семантика. Интерпретация. Программирование второго порядка. Множественные выражения. Применение Prolog'a для построения баз знаний и экспертных систем. Встроенные средства для анализа текстов на естественных языках. Графическая библиотека ХРСЕ.

Тема 4. *Математические основы ФП ( $\lambda$ -исчисление)*. Исторические предпосылки функционального программирования. Рекурсивные функции и лямбда-исчисление А. Черча. Комбинаторная логика Х. Карри. Программирование в функциональных обозначениях Л. В. Канторовича. Теорема Чёрча-Россера. Теория переписывания термов. Алгоритм Кнута-Бендикса. Типы в ФЯП (по Хидли-Милнеру).

Тема 5. *Введение в парадигму ФП*. Строго функциональный язык. Язык LISP и работы Дж. Маккарти. Другие функциональные языки. Применение функционального программирования. Функциональный язык Haskell. Значения и типы. Генераторы списков. Строки. Функции. Инфиксные операции. Бесконечные структуры данных и ленивые вычисления. Let-выражения. Предложение where. Символьные данные:  $\lambda$ -выражения и представление данных. Элементарные селекторы и конструкторы  $\lambda$ -выражений. Элементарные предикаты и арифметика. Рекурсивные функции: разбор случаев, рекурсивные определения, выбор подфункций. Примеры обработки списков. Дополнительные возможности. Приемы программирования. Аккумуляторы. Локальные определения. Функционалы и другие функции высших порядков. Примеры простых функциональных программ.

Тема 6. *Приёмы программирования на Haskell*. Классы типов и перегрузка. Значения и типы. Полиморфные типы. Типы, определяемые пользователем. Бинарные конструкторы данных. Рекурсивные типы. Синонимы типов. Встроенные типы. Классы типов и перегрузка. Наследование Множественное наследование. Типы высшего порядка. Контроль корректности типов. Описание newtype. Метки полей. Строгие конструкторы данных. Система ввода-вывода.

### **3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины**

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению лабораторных/практических/контрольных работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины представлены на официальном сайте МАУ в разделе [«Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным»](#).

### **4. Фонд оценочных средств по дисциплине**

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины;
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

### **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные изда-**

ния, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

#### **Основная литература:**

1. Братко И. Алгоритмы искусственного интеллекта на языке Prolog. – М. : Вильямс, 2004. – 637 с.

2. Адаменко А.Н., Кучуков А.М. Логическое программирование и Visual Prolog. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 992 С.

3. Душкин Р. В. Функциональное программирование на языке Haskell / Р. В. Душкин. – 2-е изд. – Москва : ДМК Пресс, 2023. – 609 с. Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". – ISBN 978-5-89818-623-4. – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785898186234.html> (дата обращения: 07.07.2024). – Режим доступа : по подписке.

4. Бёрд Р. Жемчужины проектирования алгоритмов : функциональный подход. С примерами на языке Haskell / Р. Бёрд; пер. с англ. В. Н. Брагилевского, А. М. Пеленицына. – 2-е изд. – Москва : ДМК Пресс, 2023. – 331 с. Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". – ISBN 978-5-89818-555-8. – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785898185558.html> (дата обращения: 07.07.2024). – Режим доступа : по подписке.

5. Шрайнер П. А. Основы программирования на языке Пролог / Шрайнер П. А. – Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. (Основы информационных технологий) – ISBN 5-9556-0034-5. – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5955600345.html> (дата обращения: 07.07.2024). – Режим доступа : по подписке.

6. Непейвода Н. Н. Стили и методы программирования / Непейвода Н. Н. – Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. (Основы информационных технологий) – ISBN 5-9556-0023-X. – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/5-9556-0023-X.html> (дата обращения: 07.07.2024). – Режим доступа : по подписке.

7. Городня Л. В. Основы функционального программирования / Городня Л. В. – Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL : [https://www.studentlibrary.ru/book/intuit\\_232.html](https://www.studentlibrary.ru/book/intuit_232.html) (дата обращения: 07.07.2024). – Режим доступа : по подписке.

8. Цуканова Н. И. Теория и практика логического программирования на языке Visual Prolog 7 : учебное пособие для вузов / Цуканова Н. И. , Дмитриева Т. А. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2013. – 232 с. – ISBN 978-5-9912-0194-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991201940.html> (дата обращения: 07.07.2024). – Режим доступа : по подписке.

#### **Дополнительная литература:**

9. Братко И.; Программирование на языке Пролог для искусственного интеллекта : Пер. с англ.; Мир, Москва; 1990.

10. Ефимова Е. А. Основы программирования на языке Visual Prolog. – М. : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL : [https://www.studentlibrary.ru/book/intuit\\_203.html](https://www.studentlibrary.ru/book/intuit_203.html) (дата обращения: 07.07.2024). – Режим доступа : по подписке.

11. Душкин Р. В. Квантовые вычисления и функциональное программирование / Р. В. Душкин. – 2-е изд. – Москва : ДМК Пресс, 2023. – 233 с. Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". – ISBN 978-5-89818-591-6. – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL :

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785898185916.html> (дата обращения: 07.07.2024). – Режим доступа : по подписке.

12. Jones S. Язык и библиотеки Haskell 98 / Jones S. – Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL : [https://www.studentlibrary.ru/book/intuit\\_413.html](https://www.studentlibrary.ru/book/intuit_413.html) (дата обращения: 07.07.2024). – Режим доступа : по подписке.

13. Городняя Л. В. Парадигмы программирования / Городняя Л. В. - Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL : [https://www.studentlibrary.ru/book/intuit\\_238.html](https://www.studentlibrary.ru/book/intuit_238.html) (дата обращения: 07.07.2024). – Режим доступа : по подписке.

14. Зыков С. В. Введение в теорию программирования. Функциональный подход : [12+] / С. В. Зыков. – 2-е изд., испр. – Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 153 с. : ил. – (Основы информационных технологий). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429119> (дата обращения: 07.07.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 5-9556-0009-4. – Текст : электронный.

15. Баженов Р. И. Лабораторный практикум по функциональному программированию : учебно-методическое пособие / Р. И. Баженов. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2017. – 91 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480173> (дата обращения: 07.07.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-9458-9. – DOI 10.23681/480173. – Текст : электронный.

16. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах : учебное пособие / В. Н. Вагин, Е. Ю. Головина, А. А. Загорянская, М. В. Фомина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Физматлит, 2008. – 712 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68124> (дата обращения: 07.07.2024). – ISBN 978-5-9221-0962-8. – Текст : электронный.

17. Уорбэртон Р. Лямбда-выражения в Java 8. Функциональное программирование – в массы / Р. Уорбэртон; пер. с англ. А. А. Слинкина. – 2-е изд. – Москва : ДМК Пресс, 2023. – 194 с. Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". – ISBN 978-5-89818-337-0. – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785898183370.html> (дата обращения: 07.07.2024). – Режим доступа : по подписке.

18. Сенлорен С. Введение в Elixir : введение в функциональное программирование / С. Сенлорен, Д. Эйзенберг; пер. с англ. А. Н. Киселева. – Москва : ДМК Пресс, 2017. – 262 с. – ISBN 978-5-97060-518-9. – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970605189.html> (дата обращения: 07.07.2024). – Режим доступа : по подписке.

19. Томпсон С. Программирование в Erlang / Томпсон С. , Чезарини Ф. ; Пер. с англ. Холомьёва А. О. – Москва : ДМК Пресс, 2012. – 488 с. (Серия "Функциональное программирование") – ISBN 978-5-94074-617-1. – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940746171.html> (дата обращения: 07.07.2024). – Режим доступа : по подписке.

20. Эмерик Ч. Программирование на Clojure. Практика применения Lisp в мире Java / Ч. Эмерик, Б. Карпер, К. Гранд; пер. с англ. А. Н. Киселёва. – 2-е изд. – Москва : ДМК Пресс, 2023. – 817 с. Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". – ISBN 978-5-89818-600-5. – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785898186005.html> (дата обращения: 07.07.2024). – Режим доступа : по подписке.

21. Окасаки К. Чисто функциональные структуры данных / К. Окасаки; пер. с англ. Г. К. Бронникова ; под ред. В. Н. Брагилевского. – 2-е изд. – Москва : ДМК Пресс, 2023. –

252 с. Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". – ISBN 978-5-89818-577-0. – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785898185770.html> (дата обращения: 07.07.2024). – Режим доступа : по подписке.

22. Прыкина Е. Н. Основы логического программирования в среде Турбо Пролог : учебное пособие : [16+] Федеральное агентство по культуре и кинематографии, Кемеровский государственный университет культуры и искусств, Кафедра технологии автоматизированной обработки информации. – Кемерово : Кемеровский государственный университет культуры и искусств (КемГУКИ), 2006. – 68 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=227891> (дата обращения: 07.07.2024). – ISBN 5-8154-0130-7. – Текст : электронный.

23. Рублев В. С. Языки логического программирования : учебное пособие. – Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2008. – 115 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234653> (дата обращения: 07.07.2024). – Текст : электронный.

24. Набебин А.А. Логика и Пролог в дискретной математике.– М. : Издательство МЭИ, 1996. – 452 с.

25. Языки программирования. – М. : Новый Диск : ИНТУИТ.ру , 2006. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM)

26. Кларк К., Маккейб Ф. Введение в логическое программирование на микро-Прологе. – М. : Радио и связь, 1987

27. Хювёнен Э., Сеппянен Й. Мир Лиспа. - М. : Мир, 1990. – 447 с.

28. Новицкая Ю.В. Основы логического и функционального программирования : учебное пособие. – <http://ermak.cs.nstu.ru/flp>

29. Чанышев О.Г. ПРОграммирование в ЛОГике. – Омск : Изд-во ОмГУ , 2004. – 63 с.

30. Морозов М.Н. Логическое программирование. Курс лекций, 1999.

31. Грэй П. Логика, алгебра и базы данных, М.: Машиностроение, 1989. – 368 с.

32. Тей А. и др. Логический подход к искусственному интеллекту, Мир, 1990.

33. Клоксин У., Меллиш К. Программирование на языке Пролог, М.: Мир, 1987. – 336 с.

34. Филд А., Харрисон П. Функциональное программирование. -М.: Мир, 1993. URL : <http://www.intuit.ru/studies/courses/12333/1180/info>.

35. Ин Ц., Соломон Д. Использование Турбо-Пролога. – М. : Мир, 1993. – 608 с.

36. Стобо Дж. Язык программирования Пролог. – М. : Мир, 1993. – 368 С. (2 экз.)

37. Янсон А. Турбо-Пролог в сжатом изложении. – М.: Мир, 1991. – 94 с.

38. Стерлинг Л., Шапиро Э. Искусство программирования на языке Пролог. – М.: Мир, 1990. – 235 с.

39. Малпас Дж. Реляционный язык Пролог и его применение. – М.: Наука, 1990. – 463 С. (3 экз.)

40. Доорс Дж. и др., Рейблейн А.Р., Вадера С. Пролог - язык программирования будущего. – М.: ФИС, 1990. – 144 С. (96 экз.)

41. Функциональное и логическое программирование. Ч. 2 : учебное пособие. Ч. 2. -8 Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2019. - 95 с.

42. Лабораторный практикум Функциональное программирование на языке Common Lisp [Электронный ресурс] : учебное пособие / Исхаков А. Р. - Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2019. - 44 с. - ISBN 978-5-907176-12-0.

43. Хендерсон П. Функциональное программирование. Применение и реализация. М. : Мир, 1983.

44. Функциональное программирование : Учебник и практикум для вузов / Кубенский А. А. - Москва : Юрайт, 2022. - 348 с. - (Высшее образование). - Режим

доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - URL: <https://urait.ru/bcode/490015> (дата обращения: 11.01.2022). - ISBN 978-5-9916-9242-7

45. Логическое программирование. Язык Пролог [Электронный ресурс] : тексты лекций / Волчёнков Н. Г. - 2-е. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2015. - 160 с. - ISBN 978-5-7262-2091-8.

## 6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. <https://www.osp.ru/os>
2. <https://www.sql.ru/>
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» – <http://biblioclub.ru/>
4. ЭБС «IPRbooks» – <http://iprbookshop.ru/>
5. ЭБС «Консультант студента. Электронная библиотека технического вуза» – <http://www.studentlibrary.ru/>
6. Электронная база данных «EBSCO» – <http://search.ebscohost.com/>
7. Национальная электронная библиотека – <https://rusneb.ru/>
8. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
9. «Словари и энциклопедии на АКАДЕМИКЕ» (открытый доступ) – <http://dic.academic.ru/>

## 7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN.
2. Офисный пакет Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN.
3. Microsoft Visual Studio 2010 (подписка на образовательные лицензии, сетевые версии), участие в академической программе Microsoft Azure Dev Tools for Teaching.
4. Visual Prolog: A Versatile Programming Language <https://www.visual-prolog.com/>.
5. Haskell: <https://wiki.haskell.org/Haskell>

## 8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ.

## 10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 – Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения		
	Очная		
	Семестр		Всего часов
Лекции	6		
	32		

Лабораторные работы		32		32
Самостоятельная работа		44		76
Подготовка к промежуточной аттестации		36		36
<b>Всего часов по дисциплине</b>		144		144
/из них в форме практической подготовки				

**Формы промежуточной аттестации и текущего контроля**

Экзамен		+		1
Количество расчетно-графических работ		1		1

**Перечень лабораторных работ по формам обучения**

№ п\п	Темы лабораторных работ
1	2
1	Основные структуры языка Prolog. Задачи с отрицаниями. Арифметические задачи
2	Средства ввода-вывода. Задачи со строками. Разбивка введенной строки на список токенов
3	Отсечение и откат. Циклы. Рекурсия (Ханойская башня)
4	Работа со списками на примере задач на графах
5	Обработка деревьев. Обработка множеств
6	Первая программа на Haskell' e: теоретико-числовые функции
7	Алгебраические и структурированные типы данных в языке Haskell
8	Работа со списками в языке Haskell. Ленивые вычисления. Интерактивный ввод-вывод. Работа с файлами
9	Модуль как способ реализации абстрактного типа данных