

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет

Утверждено

решением Ученого совета ННГУ
протокол от «31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

**Представление знаний в
информационных системах**

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки / специальность
09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность образовательной программы
**Информационные системы и технологии в физических
исследованиях**

Форма обучения
очная

Год начала подготовки

2022 год

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Представление знаний в информационных системах» (Б1.В.10) относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана основной образовательной программы.

Дисциплина преподается в 8 семестре.

Цели освоения дисциплины «Представление знаний в информационных системах» состоят в том, чтобы дать студентам:

- теоретические знания о сути инженерии знаний и методах разработки систем, основанных на знаниях;
- теоретические знания о разновидностях моделей представления знаний и методах построения экспертных, поисковых систем, систем искусственного интеллекта;
- представление о множестве задач, решаемых с применением логического подхода к программированию, и о методах их решения с использованием языка логического программирования;
- практические навыки формализованного описания знаний с помощью логического программирования;
- практические навыки работы с языками искусственного интеллекта - языком Пролог.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-16. Способен к выполнению работ по проектированию, отладке, проверке работоспособности и модификации программного обеспечения информационных систем	ПК-16.1. Знать методы разработки программного обеспечения и технологии программирования.	<i>31 (ПК-16) Знать</i> и понимать суть инженерии знаний, иметь представление о разновидностях моделей представления знаний, их достоинствах и недостатках. <i>32 (ПК-16) Знать</i> архитектуру баз знаний и различные подходы к их организации, иметь представление о структуре, характеристиках и разновидностях экспертных систем и возможности их применения в различных областях. <i>33 (ПК-16) Знать</i> методы приобретения знаний, их основные принципы и особенности. <i>34 (ПК-16) Знать</i> синтаксис языка Prolog и принципы логического программирования.	Собеседование

	ПК-16.2. Владеть навыками проектирования, отладки программного обеспечения и проверки работоспособности.	<i>В1 (ПК-16) Владеть</i> навыками формализованного описания знаний с помощью логического программирования; <i>В2 (ПК-16) Владеть</i> навыками решения типовых учебных задач логического программирования.	Задача (практическое задание)
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

Очная форма обучения	
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	40
- занятия лекционного типа, ч	13
- практические занятия, ч	26
- лабораторных, ч	
самостоятельная работа, ч	32
Промежуточная аттестация	Зачет 1ч

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них				
		Занятия лекционного типа	Практические занятия	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1. Введение в дисциплину	3	2	-		2	1
Тема 2. Модели представления знаний: продукционная, фреймовая.	16	2	8		10	6
Тема 3. Модели представления знаний: семантическая, логическая.	14	2	6		8	6

Тема 4. Логические и эвристические методы представления знаний (исчисление высказываний, исчисление предикатов). Язык Пролог. Логика Хорна	22	2	12		14	8
Тема 5. Экспертные системы. Методы приобретения знаний.	6	2	-		2	4
Тема 6. Нейронные сети	6	2	-		2	4
Тема 7. Генетические алгоритмы.	4	1	-		1	3
Промежуточная аттестация	1				1	
Итого	72	13	26			32

Содержание разделов дисциплины:

1. Введение в дисциплину. Понятие искусственного интеллекта.

1.1. Введение в представление знаний.

1.2. Понятие искусственного интеллекта (ИИ).

- Понятие ИИ
- Основные направления исследований ИИ
- Понятия знаний, данных, информации, представления знаний
- Классификация знаний.
- Модели представления знаний

2. Модели представления знаний

2.1. Продукционная модель.

- Структура правил-продукций.
- Типы ядер правил-продукций и варианты их интерпретаций.
- Методы логического вывода: прямой и обратный.
- Стратегии выбора правил при логическом выводе.

2.2. Семантическая сеть.

- Основные понятия семантических сетей: представление объектов и отношений между ними в виде ориентированного графа.
- Типы отношений в семантических сетях.

2.3. Фреймовая модель.

- Основные понятия фрейма: слоты, присоединенные процедуры-слуги и процедуры-демоны, наследование свойств.
- Связь понятия фрейма и объекта в объектно-ориентированном программировании.
- Сети фреймов.

2.4. Логическая модель.

3. Логические и эвристические методы представления знаний

3.1. Введение в исчисление высказываний (ИВ).

- Понятие предложения ИВ.
- Семантика ИВ.
- Законы эквивалентности.

3.2. Методы автоматического доказательства теорем (исчисление предикатов).

- Понятие предиката, формулы, кванторов всеобщности и существования.
- Интерпретация формул в логике предикатов 1-го порядка.
- Унификация.

- Правила вывода. Метод резолюции для доказательства теорем в логике 1-го порядка.
- Недостатки логики 1-го порядка как метода представления знаний.
- Логика Хорна как основа языка логического программирования Prolog.
- Принципы работы интерпретатора языка Prolog.

4. Экспертные системы

- 4.1 Структура экспертной системы.
- 4.2. Условия применимости экспертных систем.
- 4.3. Типы экспертных систем в зависимости от степени завершенности и особенностей использования: демонстрационные, исследовательские, промышленные, коммерческие.
- 4.4. Этапы построения экспертных систем: идентификация, концептуализация, формализация, реализация, тестирование.

5. Методы приобретения знаний

- 5.1. Основные понятия методов обучения.
- 5.2. Классификация методов обучения.

6. Нейронные сети (НС)

- 6.1. Области применения НС. Нейронная сеть как метод представления и приобретения знаний.
- 6.2. Основные понятия об естественных и искусственных нейронных сетях и нейронах.
- 6.3. Формальный нейрон МакКаллока-Питтса.
- 6.4. Классификация НС.
- 6.5. Понятие персептрона. Оценка состояния нейронной сети.
- 6.6. Сведение функционирования нейронной сети к задаче минимизации целевой функции.
- 6.7. Алгоритм обучения обратным распространением ошибки.
- 6.8. Алгоритм обучения (без учителя) Хебба.
- 6.9. Достоинства и недостатки НС как способа представления знаний.

7. Генетические алгоритмы

- 7.1. Общее понятие генетических алгоритмов.
- 7.2. Представление генетической информации.
- 7.3. Генетические операторы.
- 7.4. Понятие генетического программирования.

Темы практических занятий:

- Знакомство с оболочкой SWI-Prolog;
- Знакомство с основами логического программирования на языке Пролог (2 задачи).
- Поиск с возвратом, использование встроенных предикатов форматированного ввода/вывода (7 вариантов).
- Рекурсия в решении задач с арифметическими операциями (4 задачи).
- Работа со списками, использование списков для решения задач (3 задачи)
- Решение логических задач (3 задачи).

Занятия по дисциплине проходят в лекционной форме и в форме самостоятельной работы студентов. Используется мультимедийное сопровождение лекций (презентации). Практические занятия проводятся в компьютерном классе в виде индивидуальной работы студента над практическим заданием. Текущий контроль – выполнение заданий по

формированию навыков работы с предикатами, правилами декларативного языка программирования Prolog через решение логических и математических задач. Лекционный курс использует как классические, так и современные (в том числе интерактивные) формы проведения занятий с разбором конкретных ситуаций.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме -зачет.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов включает изучение учебных и учебно-методических пособий, лекционного материала по соответствующим разделам дисциплины, в том числе с использованием электронных образовательных ресурсов. Одной из основных задач самостоятельной работы является подготовка к реализации и реализация программ, использующих парадигмы языка логического программирования.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое искусственный интеллект?
2. Чем отличаются знания от данных?
3. Классификация знаний.
4. Из каких элементов состоит «правило-продукция»?
5. Что такое "ядро правила-продукции"? Варианты интерпретации ядра правила.
6. Основные методы логического вывода в продукционных системах.
7. Достоинства и недостатки правил-продукций как метода представления знаний.
8. Чем отличаются прямой и обратный логические выводы?
9. Что такое "семантическая сеть"? Из каких объектов состоит семантическая сеть?
10. Классификация семантических отношений в семантических сетях.
11. Достоинства и недостатки семантических сетей как метода представления знаний.
12. Как осуществляется поиск информации в семантической сети?
13. Что такое фрейм?
14. В чем отличие фрейма-прототипа от фрейма-примера, процедур-слуг от процедур-демонов?
15. В чем преимущества использования сети фреймов вместо семантической сети?
16. Как решаются задачи при использовании сети фреймов?
17. Какие преимущества имеет логика предикатов 1-го порядка как метод представления знаний по отношению к логике высказываний?
18. Чем логика предикатов 1-го порядка отличается от логик высших порядков?
19. В чем недостатки логики предикатов 1-го порядка как метода представления знаний?
20. Понятие интерпретации предложений ИП и правила определения истинности предложений.
21. Что такое «унификация» в ИП 1-го порядка?
22. Какие правила вывода используются в ИП 1-го порядка?
23. В чем суть метода резолюций?
24. Чем отличается логика Хорна от логики предикатов 1-го порядка?
25. Почему в языке Prolog (в логике Хорна) отсутствуют кванторы всеобщности и существования, и чем они заменяются?
26. Каковы принципы работы интерпретатора языка Prolog?
27. В чем причины (природа) нечеткости знаний и что такое нечеткое множество?
28. Что такое "функция принадлежности" и как она может интерпретироваться?
29. Что такое "лингвистическая переменная"?
30. Как вычисляются функции принадлежности конъюнкции и дизъюнкции?

31. Какие Вы знаете псевдофизические логики?
32. Что такое экспертная система?
33. Что такое база знаний?
34. Задачи, решаемые экспертными системами.
35. При каких условиях целесообразно использовать экспертные системы?
36. Из каких этапов состоит процесс проектирования и построения экспертной системы?
37. Какие существуют типы экспертных систем в зависимости от степени их готовности к использованию?
38. Основные характеристики и особенности архитектуры экспертных систем.
39. Задачи, решаемые инженером по знаниям.
40. Классификация инструментальных средств для построения экспертных систем.
41. На какие основные вопросы должен ответить разработчик экспертной системы на этапе идентификации предметной области?
42. В чем отличие методов приобретения знаний на символическом уровне и на уровне знаний?
43. В чем преимущества и недостатки использования нейронных сетей в интеллектуальных системах?
44. В каких задачах применяются нейронные сети?
45. Модель нейрона Мак-Каллока-Питтса.
46. Классификация моделей нейронных сетей.
47. В чем суть алгоритма обучения персептрона обратным распространением ошибки?
48. Что такое энергетическая функция нейронной сети?
49. Как функционирование нейронной сети связано с решением задачи оптимизации?
50. Каким образом используется обучение без учителя?
51. Какой биологический процесс лежит в основе генетического алгоритма и что такое генетический алгоритм?
52. Каким образом представляется генетическая информация?
53. Какие существуют генетические операторы и чем они характеризуются?
54. В чем состоит «репродуктивный план Холланда»?

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		зачтено				

<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не

Оценка		Уровень подготовки
		ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
незаче но	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы

№	Раздел	Вопросы	Код формируемой компетенции
1	Введение в дисциплину. Понятие искусственного интеллекта (ИИ).	Введение в представление знаний. Понятие искусственного интеллекта (ИИ). Основные направления исследований ИИ Понятия знаний, данных, информации, представления знаний Классификация знаний. Модели представления знаний	31 (ПК-16)
2	Модели представления знаний: продукционная, фреймовая.	Фреймовая модель. Основные понятия фрейма: слоты, присоединенные процедуры-слуги и процедуры-демоны, наследование свойств. Связь понятия фрейма и объекта в объектно-ориентированном программировании. Сети фреймов. Продукционная модель. Структура правил-продукций. Типы ядер правил-продукций и варианты их интерпретаций. Методы логического вывода: прямой и обратный.	31 (ПК-16)

		искусственных нейронных сетях и нейронах. Формальный нейрон МакКаллока-Питтса. Классификация НС. Понятие персептрона. Оценка состояния нейронной сети. Сведение функционирования нейронной сети к задаче минимизации целевой функции. Алгоритм обучения обратным распространением ошибки. Алгоритм обучения (без учителя) Хебба. Достоинства и недостатки НС как способа представления знаний.	
7	Генетические алгоритмы.	Генетические алгоритмы Общее понятие генетических алгоритмов. Представление генетической информации. Генетические операторы. Понятие генетического программирования.	31 (ПК-16)

5.2.3. Типовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-16

№	Темы практических заданий	Код формируемой компетенции
1	Знакомство с оболочкой SWI-Prolog;	B1 (ПК-16)
2	Знакомство с основами логического программирования на языке Пролог (2 задачи).	B1 (ПК-16)
3	Поиск с возвратом, использование встроенных предикатов форматированного ввода/вывода (7 вариантов по 1 задаче).	B2 (ПК-16)
4	Рекурсия в решении задач с арифметическими операциями (4 задачи).	B2 (ПК-16)
5	Работа со списками, использование списков для решения задач (3 задачи)	B2 (ПК-16)
6	Решение логических задач (3 задачи).	B2 (ПК-16)

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Системы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях [Электронный ресурс] : учебник / Л.С. Болотова. - М. : Финансы и статистика, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785279035304.html>
2. Методы искусственного интеллекта/Осипов Г.В. - М.: Физматлит, 2011. - 296 с.: ISBN 978-5-9221-1323-6 <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=544787>
3. Гаврилова, И.В. Основы искусственного интеллекта [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.В. Гаврилова, О.Е. Масленникова. — Москва : ФЛИНТА, 2013. — 282 с. — <https://e.lanbook.com/book/44749>
4. Муромцев, Д.И. Системы инженерии знаний [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2009. — 60 с. — <https://e.lanbook.com/book/40875>.

б) дополнительная литература:

1. Экспертные системы САПР: Учебное пособие / Ездаков А.Л. - М.:ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 160 с.— <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=518395>
2. Хабаров, С.П. Интеллектуальные информационные системы. PROLOG – язык разработки интеллектуальных и экспертных систем: учебное пособие для бакалавров и магистров направлений подготовки 230400 Информационные системы и технологии и 230200 Информационные системы [Электронный ресурс] : учеб. пособие —Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2013. — 140 с. — <https://e.lanbook.com/book/45746>.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Интерпретатор языка программирования Пролог SWI-Prolog – <http://www.swi-prolog.org>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения. Практические занятия проводятся в компьютерном классе, оснащенном современными персональными компьютерами. Разработка моделирующих программ осуществляется с помощью интерпретатора языка Пролог SWI-Prolog (свободно распространяемое ПО).

При проведении лекционных занятий может быть использована аудитория, оснащенная мультимедийным проектором.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО ННГУ с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

Авторы:

Доцент кафедры ИТФИ, к.ф.-м.н _____ Минеев С.А.

Научный сотрудник НИФТИ, к.ф.м.н _____ Семенова О.В.

Заведующий кафедрой ИТФИ
д.т.н., профессор _____ Фидельман В.Р.

Рецензент

д.ф.-м.н., профессор, зав. каф.
статистической радиофизики и
мобильных систем связи РФФ _____ Мальцев А.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии физического факультета ННГУ.

Председатель УМК физ.ф-та _____ Перов А.А.