

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

**Институт информационных технологий, математики и механики**

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
от 30.11.2022 г. протокол № 13

**Рабочая программа дисциплины**

**Интеллектуальные системы**

---

Уровень высшего образования  
**Бакалавриат**

---

Направление подготовки  
**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

---

Направленность образовательной программы  
**Математическое моделирование и вычислительная математика**

---

Форма обучения  
**Очная**

---

Нижегород

2023

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Код дисциплины **Б1.В.ДВ.09.02**.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина <b>Б1.В.ДВ.09.02 «Интеллектуальные системы» код, наименование</b> относится к части ООП направления подготовки <i>01.03.02 «Прикладная математика и информатика»</i> , формируемой участниками образовательных отношений.

## 2. Планируемые результаты обучения соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-5. Способен проектировать программное обеспечение	<p>ПК-5.1. Знает типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения</p> <p>ПК-5.2. Знает методы и средства проектирования программного обеспечения</p> <p>ПК-5.3. Знает методы и средства проектирования баз данных</p> <p>ПК-5.4. Умеет использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения</p> <p>ПК-5.5. Умеет применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных</p>	<p><b>Знать:</b> <i>концептуальные основы организации интеллектуальных систем, ориентированных на задачи (проблемы), алгоритмы решения которых априори не известны; основные положения, цели и средства реализации концепции интеллектуальной поддержки процессов принятия решений; базовые понятия, связанные с концепцией системы, основанной на знаниях (СОЗ) (интеллектуальная система, база знаний, механизм интерпретации знаний, подсистема объяснения, подсистема приобретения знаний, дедуктивный вывод, прямой и обратный вывод, индуктивный вывод и т.д.); основные понятия, связанные с нейросетевым подходом к построению ИИС (искусственный нейрон, синаптические связи и их веса, искусственная нейронная сеть (ИНС), обучение ИНС и т.д.); основные критерии целесообразности создания и использования систем, основанных на знаниях (СОЗ), и нейросетевых технологий принятия решений в различных предметных (проблемных) областях.</i></p> <p><b>Уметь:</b> <i>абстрагироваться при решении творческих (интеллектуальных) задач; обосновывать необходимость создания и использования СОЗ и нейросетевых технологий принятия решений в конкретной предметной (проблемной) области.</i></p> <p><b>Уметь:</b> <i>применять методы и средства</i></p>	Собеседование

		<p>проектирования программного обеспечения, структур, аналитического обследования предметной (проблемной) области; идентификации, классификации и поиска подходов и методов для решения проблем, возникающих в предметной области; применения интеллектуальных технологий принятия решений в конкретной предметной (проблемной) области.</p>	
--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>2 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	<b>49</b>
- занятия лекционного типа	<b>48</b>
- текущий контроль (КСР)	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>23</b>
<b>Промежуточная аттестация – зачет</b>	

#### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе										Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы											
	из них										Всего			
	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа		Занятия лабораторного типа									
Очная	Очно-заочная Заочная	Очная	Очно-заочная Заочная	Очная	Очно-заочная Заочная	Очная	Очно-заочная Заочная	Очная	Очно-заочная Заочная	Очная	Очно-заочная Заочная	Очная	Очно-заочная Заочная	
<b>1. Концепция интеллектуальной поддержки</b>	3		2								2		1	

<p><b>процессов принятия решений:</b> Трудноформализуемые и неформальные этапы принятия решений. Цели и средства интеллектуальной поддержки процессов принятия решений.</p>												
<p><b>2. Искусственный интеллект как научное направление:</b> Искусственный интеллект: концепция, возможности, методы реализации. Фундаментальное направление в искусственном интеллекте. Понятие интеллектуальной информационной системы (ИИС). Восходящий и нисходящий методы построения интеллектуальных систем. Основные проблемы искусственного интеллекта как научного направления.</p>	5		3						3		2	
<p><b>3. Концепция системы, основанной на знаниях:</b> Понятие экспертной системы (ЭС). Понятие системы, основанной на знаниях (СОЗ). Характерные особенности СОЗ. Области применения СОЗ. Критерии целесообразности создания и использования СОЗ. Автономная и неавтономная СОЗ. Оболочка СОЗ и ее основные компоненты: база знаний, механизм интерпретации знаний, подсистема объяснения, подсистема приобретения знаний,</p>	5		3						3		2	

интеллектуальный интерфейс.																	
<b>4. Модели представления знаний:</b> Данные и знания как категории информационного обеспечения задач. Базовые свойства знаний: внутренняя интерпретируемость, структурированность и связность, шкальная и ассоциативная упорядоченность, активность. Концептуальная модель представления знаний как интеллектуальная основа ИИС. Логические модели представления знаний. Сетевые модели представления знаний. Иерархические структуры фреймов как форма представления знаний. Представление знаний в виде набора продукционных правил.	6		4							4			2				
<b>5. Построение базы знаний:</b> Исследование и описание предметной области. Выбор модели представления и формализация знаний. Приобретение знаний. Представление знаний продукционного типа на инфологическом уровне в виде дерева (графа) решений.	6		4							4			2				
<b>6. Механизмы интерпретации знаний:</b> Формальный логический (достоверный) вывод как доказательство теоремы. Механическая процедура Ж.Эрбрана. Принцип резолюции Дж.Робинсона.	8		6							6			2				

<p>Модификации методов резолюции: линейная резолюция, линейный упорядоченный вывод, семантическая резолюция, резолюция на хорновских дизъюнктах. Достоинства и недостатки формального логического вывода через доказательство теорем. СОЗ продукционного типа. Назначение и принципы реализации основных модулей. Стратегии и алгоритмы логического вывода на продукционных правилах: прямой вывод, обратный вывод, комбинированный (циклический) вывод, алгоритмы поиска в ширину и в глубину с применением различных критериев разрешения конфликтов. Подсистема объяснения в СОЗ продукционного типа. Приобретение знаний в СОЗ продукционного типа.</p>													
<p><b>7. Иллюстративный пример построения макетной оболочки СОЗ продукционного типа:</b> Определение структуры информационного обеспечения системы. Построение алгоритма, реализующего прямую цепочку рассуждений на знаниях продукционного типа. Анализ алгоритма и исследование возможных путей его модернизации.</p>	4		2						2		2		

<p><b>8. Биологические основы нейромодельного подхода к построению интеллектуальных систем:</b> Естественный нейрон как основная функциональная и структурная единица центральной нервной системы. Строение и функционирование нейрона. Взаимодействие нейронов.</p>	4		2						2		2	
<p><b>9. Концепция искусственной нейронной сети:</b> Понятие искусственной нейронной сети (ИНС). Искусственный нейрон. Активационная функция нейрона. Виды активационных функций. Межнейронные связи. Синаптические веса связей. Обучение ИНС. Классификация ИНС по характеру входных сигналов, особенностям структуры и типу обучения.</p>	4		2						2		2	
<p><b>10. Конкретные архитектуры ИНС, обучаемых с супервизором:</b> Перцептроны: однослойный перцептрон Розенблатта, многослойный перцептрон. Правило обучения однослойного перцептрона Розенблатта. Обучение многослойного перцептрона с помощью алгоритма обратного распространения ошибки. RBF-сеть:</p>	8		6						6		2	

структура, синтез и обучение RBF-сети. Сеть Хопфилда: структура, обучение и динамика функционирования. Сеть Хемминга: структура, правила определения весов межнейронных связей и динамика функционирования.													
<b>11. Самоорганизующиеся ИНС:</b> Сеть Кохонена: структура и механизмы ее самоорганизации (механизм конкуренции, механизм кооперации, механизм адаптации, эффект забывания). Сети адаптивного резонанса: структура и механизмы самоорганизации.	5		4						4		1		
<b>12. Некоторые из приложений ИНС:</b> ИНС в вычислительных системах. Структурный синтез цифровых автоматов в нейросетевом базисе. ИНС в системах автоматического управления.	8		6						6		2		
<b>13. Гибридные средства интеллектуальной поддержки процессов принятия решений:</b> Концепция гибридной системы интеллектуальной поддержки. Архитектура оболочки гибридной системы интеллектуальной поддержки.	5		4						4		1		
<b>Текущий контроль (КСР)</b>	1								1				
<b>Промежуточная аттестация - зачет</b>													
<b>Итого</b>	72		48						49		23		

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий лекционного типа, проводимых в интерактивном режиме.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме зачета.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

#### 4.1. Виды самостоятельной работы

Изучение текущего материала.

#### 4.2. Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов

Электронный вариант учебного пособия Басалин П.Д., Безрук К.В., Радаева М.В. Модели и методы интеллектуальной поддержки процессов принятия решений: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2018. – 129 с. Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 1703.18.06. URL: <http://www.unn.ru/books/resources.html> – доступ свободный.

Материал пособия охватывает все разделы изучаемой дисциплины, каждый из которых завершается списком вопросов и/или заданий для самоконтроля.

Контрольные вопросы 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,

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 полностью знания 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 несущественных 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 с отдельными недочетами. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи без ошибок. Выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме с применением элементов творчества.
<u>Наличие практического опыта</u>	Отсутствие	При решении стандартных задач не	Имеется минимальный уровень	Продemonстрирован практический	Продemonстрирован практический	Продemonстрирован	Продemonстрирован творческий

	элементарного практического опыта. Невозможно оценить наличие практического опыта вследствие отказа обучающегося от ответа.	продемонстрированы практические навыки. Имели место грубые ошибки.	практического опыта для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	опыт решения стандартных задач с минимальными недочетами	опыт решения стандартных задач без ошибок и недочетов.	ирован практический опыт решения нестандартных задач без ошибок и недочетов.	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 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»
Не зачтено	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 вопросы,** необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций, и контроля сформированности компетенций (ПК-1)

**5.2.1. Контрольные вопросы**

Вопрос	Код компетенции
1. Как Вы себе представляете суть концепции интеллектуальной поддержки процессов принятия решений? Какие цели она преследует? Какие базовые принципы могут быть положены в основу создания средств интеллектуальной поддержки?	ПК-5
2. В чем состоит принципиальное отличие восходящего метода построения интеллектуальных систем от нисходящего метода?	ПК-5
3. Какие наиболее актуальные проблемы стоят перед искусственным интеллектом как научным направлением?	ПК-5
4. Перечислите основные способности (возможности), которыми обладает человек-эксперт. Какие возможности заложены в современных экспертных системах?	ПК-5
5. В чем состоит суть концепции СОЗ? Назовите основные области применения СОЗ. По каким критериям определяется целесообразность создания и использования СОЗ в конкретной предметной (проблемной) области? Что понимается под оболочкой СОЗ?	ПК-5
6. Что понимается под <i>метапроцедурами</i> , лежащими в основе интеллектуальной деятельности человека? Перечислите три известных формы рассуждения и определите суть каждой из них.	ПК-5
7. Назовите пять основных компонент, традиционно присутствующих в составе СОЗ, и определите функциональное назначение каждой из них.	ПК-5
8. Перечислите традиционные формы представления знаний на концептуальном уровне.	ПК-5
9. Что представляет собой семантическая сеть? Ее достоинства и недостатки.	ПК-5
10. Что представляет собой иерархическая структура фреймов? Ее достоинства и недостатки.	ПК-5
11. Что представляет собой продукционное правило? Можно ли с помощью продукционных правил описывать нечеткую логику? Если можно, то как?	ПК-5
12. Из каких основных этапов складывается циклический процесс построения базы знаний? Опишите каждый из них.	ПК-5
13. Какими основными критериями руководствуются при выборе того или иного представления задач, на которые ориентируется система? Какие типы представления задач Вы знаете? В чем состоит их суть?	ПК-5
14. При выделении объектов предметной области и установлении связей между ними необходимые понятия могут вводиться посредством <i>интенционала</i> или <i>экстенционала</i> . Чем различаются эти два способа определения понятий?	ПК-5
15. Какие виды иерархий могут приниматься за основу при структуризации целевого назначения системы и организации модели представления знаний? В чем суть этих иерархий?	ПК-5
16. Что собой представляет <i>дерево решений</i> как формализм описания знаний на инфологическом уровне?	ПК-5
17. Изложите основные принципы трансформации дерева решений в эквивалентный набор продукционных правил.	ПК-5

18. В чем состоит суть понятия <i>графа решений</i> как обобщения понятия <i>дерева решений</i> ?	ПК-5
19. Определите понятие ЭС <i>продукционного типа</i> . Какие информационные и программные составляющие включает ЭС <i>продукционного типа</i> ?	ПК-5
20. В чем состоит суть <i>прямого</i> вывода, <i>обратного</i> вывода и <i>циклического</i> (комбинированного) вывода? В чем состоит различие стратегий вывода (поиска) <i>в ширину</i> и <i>в глубину</i> ?	ПК-5
21. Опишите цикл функционирования механизма вывода.	ПК-5
22. Определите функции, возлагаемые на <i>продукционную систему интеллектуальной поддержки процесса проектирования</i> .	ПК-5
23. Оцените критически предложенный проект макетной системы, основанной на знаниях <i>продукционного типа</i> . В каких направлениях, из каких соображений и как, на Ваш взгляд, можно совершенствовать эту систему?	ПК-5
24. Что Вы знаете о <i>естественных нейронах</i> , механизмах их функционирования и взаимодействия между собой?	ПК-5
25. Определите понятие <i>искусственной нейронной сети (ИНС)</i> .	ПК-5
26. Что представляет собой <i>классическая модель формального (искусственного) нейрона</i> ? Какие виды активационных функций нейронов Вы знаете?	ПК-5
27. Проведите классификацию <i>ИНС</i> по характеру входных сигналов, базовым свойствам структуры и типу обучения.	ПК-5
28. Чем принципиально отличается обучение <i>ИНС</i> с супервизором от обучения через <i>самоорганизацию</i> ? Что означает <i>свойство ИНС обобщать</i> ?	ПК-5
29. Чем отличается <i>многослойный персептрон стандартной (регулярной) топологии</i> от его модифицированных версий?	ПК-5
30. Попробуйте обучить <i>однослойный персептрон Розенблатта</i> выполнению <i>двуместной логической операции сложения по модулю 2</i> ( $y = x_1 \oplus x_2$ ).	ПК-5
31. Алгоритм <i>обратного распространения ошибки</i> .	ПК-5
32. Что, на Ваш взгляд, является наиболее ценным в <i>классическом алгоритме обратного распространения ошибки</i> : заложенная в нем стратегия <i>поисковой оптимизации (градиентного спуска)</i> или возможность вычисления точных (аналитических) производных от функции ошибки по варьируемым параметрам сети?	ПК-5
33. <i>RBF – сеть</i> : основная проблемная ориентация, структура, алгоритм синтеза (обучения).	ПК-5
34. <i>Нейронная сеть Хопфилда</i> : основная проблемная ориентация, структура, алгоритмы обучения и функционирования.	ПК-5
35. <i>Сеть Хемминга</i> : основная проблемная ориентация, структура, алгоритмы обучения и функционирования.	ПК-5
36. <i>Сеть Кохонена</i> : основная проблемная ориентация, структура, алгоритм самоорганизации.	ПК-5
37. <i>Архитектура гипотетического нейрокомпьютера</i> : основные компоненты, их функции и способы реализации.	ПК-5
38. Синтез схем произвольной комбинационной логики в <i>нейросетевом базисе</i> .	ПК-5
39. <i>ИНС</i> в системах <i>автоматического управления (САУ)</i> : <i>нейроконтроллер, предиктор (одношаговый, краткосрочный)</i> .	ПК-5
40. Принципы организации <i>САУ</i> , базирующейся на концепции <i>виртуальной реальности</i> .	ПК-5
41. Достоинства и недостатки <i>СОЗ</i> и <i>ИНС</i> , выступающих в качестве средств <i>интеллектуальной поддержки</i> . Концепция <i>гибридной</i>	ПК-5

системы интеллектуальной поддержки процессов принятия решений.	
42. Основные компоненты оболочки гибридной системы интеллектуальной поддержки и их функции.	ПК-5
43. Формальные правила, положенные в основу алгоритма трансформации графа решений в эквивалентную нейронную сеть.	ПК-5
44. Основные положения концепции сильного искусственного интеллекта.	ПК-5
45. Основные положения концепции слабого искусственного интеллекта	ПК-5
46. Основные положения концепции дружественного искусственного интеллекта	ПК-5

### 5.2.2. Вопросы для собеседования для оценки сформированности компетенции ПК-5

Собеседование в рамках контрольных вопросов 1- 46 (п.5.2.1).

Результаты собеседований по текущему контролю успеваемости оцениваются по двухбалльной системе: «удовлетворительно» (студент усвоил знания, умения и навыки в рамках тематики собеседования на уровне, достаточном для дальнейшего усвоения материала курса), «неудовлетворительно» (уровень знаний, умений и навыков, связанных с тематикой собеседования, не достаточен для дальнейшего усвоения материала курса).

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Басалин П.Д., Безрук К.В., Радаева М.В. Модели и методы интеллектуальной поддержки процессов принятия решений: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2018. – 129 с. Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 1703.18.06. URL: <http://www.unn.ru/books/resources.html> – доступ свободный.

б) дополнительная литература:

2. Белокрылов П.Ю., Басалин П.Д., Банкрутенко В.В. Синтез схем произвольной комбинационной логики в нейросетевом базисе // Учебно-методическое пособие по курсам «Интеллектуальные информационные системы» и «Системы искусственного интеллекта и принятия решений» - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 1028.15.06, 26 с. URL: [http://www.unn.ru/books/met\\_files/BBB.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/BBB.pdf) – доступ свободный.

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Автор Басалин П.Д.

Заведующий кафедрой ИАНИ Прилуцкий М.Х.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 30.11.2022 года, протокол № 3