

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Механико-технологический факультет

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан МТФ

профессор, к.т.н. Буров
Владимир Григорьевич

“ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Интеллектуальные системы в машиностроении

ООП: специальность 220301.65 Автоматизация технологических процессов и производств (в машиностроении)

Шифр по учебному плану: ДС.Ф.4

Факультет: механико-технологический очная форма обучения

Курс: 4, семестр: 7

Лекции: 36

Практические работы: - Лабораторные работы: 18

Курсовой проект: - Курсовая работа: 7 РГЗ: -

Самостоятельная работа: 47

Экзамен: 7 Зачет: -

Всего: 111

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 657900 Автоматизированные технологии и производства.(№ 514 тех/дс от 28.02.2001)

ДС.Ф.4, дисциплины федерального компонента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Автоматизации производственных процессов в машиностроении протокол № 2 от 01.04.2011

Программу разработал

доцент, к.т.н.

Гаврилов Андрей Владимирович

Заведующий кафедрой

доцент, к.т.н.

Нос Олег Викторович

Ответственный за основную образовательную программу

доцент, к.т.н.

Нос Олег Викторович

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
ДС.Ф.4	Концептуальная записка по направлению подготовки дипломированного специалиста 220301 Автоматизация технологических процессов и производств (в машиностроении), дисциплина "Интеллектуальные системы в машиностроении". Введение в область ИИ; Формализация и модели представления знаний в ИС; Экспертные системы; Общение с компьютером на естественном языке; Обучаемые интеллектуальные системы.	111

2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	Решение Ученого совета механико-технологического факультета от 04.04.2007 г., протокол №4
Адресат курса	Студенты, обучающиеся по специальности 220301 "Автоматизация технологических процессов и производств"
Основная цель (цели) дисциплины	Применение методов и средств искусственного интеллекта в автоматизации технологических и производственных процессов
Ядро дисциплины	Изучение методов и средств построения интеллектуальных систем, основанных на знаниях, в частности, программ на основе логического программирования, экспертных систем и систем диалога, использующих естественный язык. Кроме того, изучаются основы искусственных нейронных сетей, генетических алгоритмов и гибридных интеллектуальных систем.
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Автоматизация технологических процессов и производств. Проектирование автоматизированных систем. Интегрированные системы проектирования и управления.
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Для успешного изучения дисциплины студент должен знать основы программирования на алгоритмических языках и объектно-ориентированного программирования, иметь навыки работы с прикладными программами и

	программирования на C++.
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	Лекции читаются в мультимедийном классе с использованием слайдов, анимационных фрагментов, видеороликов. Часть лекций проходит в режиме диалога со студентами. В лекциях и при проведении лабораторных работ используются результаты научной деятельности автора курса

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	о различных направлениях и истории развития в области ИИ
2	о современных подходах к решению интеллектуальных задач
3	о принципах построения систем, основанных на знаниях
4	о принципах построения и обучения нейронных сетей
5	об основах эволюционных вычислений и генетических алгоритмах
6	об основах обработки естественного языка в интеллектуальных системах
7	о понятиях гибридных интеллектуальных систем, интеллектуальных роботах
знать	
8	архитектуру и методы проектирования экспертных систем
9	модели представления знаний: логику высказываний, логику предикатов; нечеткую логику, фреймы, семантические сети и продукционные модели
10	методы анализа и синтеза предложений естественного языка на основе синтаксически- и семантически-ориентированных подходов
11	особенности логического программирования на Прологе
12	основные модели нейронных сетей
уметь	
13	разрабатывать и программировать диалоги взаимодействия ЭВМ и человека
14	проектировать и разрабатывать экспертные системы применительно к задачам машиностроения
15	решать оптимизационные задачи с помощью генетических алгоритмов
иметь опыт (владеть)	
16	работы с инструментальным ПО для построения экспертных систем на примере оболочки ESWin
17	навыки логического программирования на языке Пролог
18	навыки программирования диалога на ЕЯ с использованием языка A.I.M.L

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 7		
Модуль: Введение в область ИИ		
Область ИИ. Этапы развития и основные направления ИИ	2	1, 2
Модуль: Формализация и модели представления знаний в ИС		
Представление знаний в ИС	2	11, 2, 3, 9

Формально-логические модели. Логическое программирование. Программирование на Прологе. Введение в язык Лисп	4	17, 3, 9
Основы нечеткой логики	2	3, 9
Продукционные модели	2	2, 3, 9
Семантические сети и фреймы	2	3, 9
Модуль: Экспертные системы		
Понятие экспертной системы. Структура ЭС. Классификация ЭС	2	8
Этапы создания ЭС	2	14, 8
Представление неопределенности знаний в ЭС	2	14, 8
Модуль: Общение с компьютером на естественном языке		
Проблемы использования естественного языка для взаимодействия пользователя с компьютером	2	13, 6
Методы моделирования понимания естественного языка	2	10, 13, 18, 6
Модуль: Обучаемые интеллектуальные системы		
Введение в нейронные сети	4	12, 4
Введение в генетические алгоритмы	2	15, 5
Гибридные интеллектуальные системы	2	7
Введение в интеллектуальную робототехнику	4	7

Лабораторная работа

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 7			
Модуль: Формализация и модели представления знаний в ИС			
Освоение оболочки PDC-Prolog. Разработка простой программы на языке Пролог. Разработка базы знаний на языке Пролог	Разработка прстой программы на языке Пролог с целью освоения особенностей интерфейса со средой программирования, запуска и отладки программ.	4	11, 17, 9
Разработка диалогового интерфейса с базой знаний на языке Пролог	Разработка программы на языке Пролог, демонстрирующей возможности хранения данных в виде предикатов, списков и удобного доступа к этим данным.	4	11, 13, 17, 2, 3, 9
Модуль: Экспертные системы			
Разработка прототипа экспертной системы в среде ESWin	Освоение экспертной оболочки ESWin.	4	14, 16, 2, 3, 8, 9

	Разработка в ней простой экспертной системы для выбора оборудования для металлообработки с учетом разных параметров детали.		
Модуль: Обучаемые интеллектуальные системы			
Разработка модели нейронной сети и алгоритма ее обучения на C++ для решения задачи классификации	Разработка консольного приложения на C++, моделирующего нейронную сеть прямого распространения с обучением обратным распространением ошибки.	6	12, 4

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 7, Курсовая работа

На выполнение курсовой работы студенту отводится 30 часов.

Возможные темы курсового проекта:

1. Разработка экспертной системы для поддержки принятия управленческих или диагностических решений в оболочке ESWin.
2. Разработка экспертной системы для поддержки принятия управленческих или диагностических решений на языке Пролог.
3. Сбор информации об определенной технологии обработки детали с целью разработки экспертной системы или нейронной сети для оптимизации обработки.
4. Разработка модели поведения интеллектуального робота на языке PDC-Prolog.
5. Разработка модели поведения промышленного робота на языке PDC-Prolog.
6. Разработка диалоговой системы, имитирующей диалог на ЕЯ.
7. Разработка программы для классификации или кластеризации данных на основе определенной модели нейронной сети.
8. Разработка программы для прогноза временного ряда на основе нейронной сети.
9. Разработка программы оптимизации технологического процесса на основе генетического алгоритма.
10. Разработка простой имитационной 2D модели мобильного робота, ориентированной на изучение определенного типа алгоритмов управления.

Семестр- 7, Индив. работа

Индивидуальная работа с преподавателем по курсовой работе в объеме 10 часов.

Семестр- 7, Подготовка к занятиям

При подготовке к занятиям в объеме 17 часов выполняются следующие виды учебной деятельности:

- работа с конспектом лекций,
- чтение текста (учебника, учебного пособия, первоисточника, дополнительной литературы),
- конспектирование текста (работа со справочниками, нормативными документами),
- составление плана ответа на контрольные вопросы.

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

1. Аттестация по дисциплине “Интеллектуальные системы в машиностроении” проводится на основе балльно-рейтинговой системы, согласно которой определяется рейтинг студента по дисциплине как сумма баллов за каждый вид работы в семестре (текущая аттестация) и баллов, полученных в результате итоговой аттестации (экзамен).
2. Соответствие баллов видам работ за семестр представлено в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Соответствие баллов рейтинга видам учебной деятельности

Вид работы	Баллы (максимально возможное количество)	Сроки сдачи
Лекция(34)	5 (посещение всех лекций)	в соответствии с расписанием
Лабораторная работа (4 занятия)	4 (20)	в соответствии с расписанием
Курсовой проект	35	Защита до 17 недели
Экзамен	40	сессия

3. Максимальное количество баллов по дисциплине составляет 100. За семестр студент имеет возможность получить не более 60 баллов, и не более 40 баллов за экзамен.
4. Для допуска к экзамену необходимо выполнить все задания, предусмотренные в каждом виде учебной деятельности, набрав не менее 45 баллов.
5. Студент, пропустивший лабораторную работу без уважительной причины, может выполнить ее в другое, назначенное преподавателем время, но баллы проставляются с коэффициентом 0,5.
6. Студент, пропустивший лекцию без уважительной причины, штрафуются на один балл (из общего балла вычитается 1 балл).
7. На основе текущего рейтинга студента выставляются оценки за «контрольные недели» (7 и 13-ая) по трехбалльной системе в соответствии с таблицей 6.2:

Таблица 6.2

Соответствие текущего рейтинга баллам за контрольные недели

Контрольная неделя	Баллы рейтинга	Баллы за контрольную неделю
7	от 5, от 10, от 15	0,1,2
13	от 25, от 30, от 35	0,1,2

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Рассел С. Искусственный интеллект. Современный подход / Стюарт Рассел, Питер Норвинг ; [пер. с англ. и ред. К. А. Птицына]. - М. [и др.], 2007. - 1407 с. : ил.
2. Интеллектуальные роботы : [учебное пособие по направлению 220400.65 "Мехатроника и робототехника"] / [И. А. Каляев и др.] под общ. ред. Е. И. Юревича. - М., 2007. - 360 с. : ил. - Рекомендовано УМО.
3. Попов Э. В. Общение с ЭВМ на естественном языке / Э. В. Попов. - М., 2004. - 358 с. : ил.
4. Ярушкина Н. Г. Основы теории нечетких и гибридных систем : учебное пособие для вузов по специальности 351400 "Прикладная информатика в экономике" и др. междисциплинарным специальностям / Н. Г. Ярушкина. - М., 2004. - 319, [1] с. : ил., табл. - Рекомендовано УМО.
5. Братко И. Алгоритмы искусственного интеллекта на языке Prolog. пер. с англ. / Иван Братко. - М. [и др.], 2004. - 637 с. : ил.
6. Джарратано Д. Экспертные системы: принципы разработки и программирование / Джозеф Джарратано, Гари Райли; [пер. с англ. и ред. К. А. Птицына]. - М. [и др.], 2007. - 1147 с. : ил. + 1 CD-ROM.
7. Смолин Д. В. Введение в искусственный интеллект : конспект лекций / Д. В. Смолин. - М., 2007. - 259 с.

7.2 Дополнительная литература

В печатном виде

1. Лорье Ж. -. Системы искусственного интеллекта : Пер. с фр.. - М., 1991. - 568 с. : ил.
2. Построение экспертных систем / ред.: Ф. Хейес-Рот, Д. Уотерман, Д. Ленат ; пер. с англ. под ред. В. Л. Стефанюка. - М., 1987. - 441 с.
3. Ясницкий Л. Н. Введение в искусственный интеллект : учебное пособие [для вузов по специальности 010100 "Математика"] / Л. Н. Ясницкий. - М., 2005. - 174, [1] с. : ил. - Рекомендовано УМО.
4. Марселлус Д. Н. Программирование экспертных систем на ТУРБО ПРОЛОГЕ : Пер. с англ.. - М., 1994. - 256 с. : ил.
5. Джексон П. Введение в экспертные системы : пер. с англ.. - М., 2001. - 622 с.
6. Шахмаметов Р. Г. Распределенные системы искусственного интеллекта : учебное пособие / Р. Г. Шахмаметов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 154, [1] с. : ил.

В электронном виде

1. Шахмаметов Р. Г. Распределенные системы искусственного интеллекта : учебное пособие / Р. Г. Шахмаметов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 154, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2007/shahmametov.pdf>. - Инновационная образовательная программа НГТУ "Высокие технологии".

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Системы искусственного интеллекта : методические указания к выполнению лабораторных работ для 4 курса ФПМИ по специальностям 050500, 050503, 080801 дневного отделения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. М. Волкова, И. А. Цильковский]. - Новосибирск, 2011. - 70, [2] с. : ил.
2. Гаврилов А. В. Системы искусственного интеллекта. Ч. 1 : учебное пособие [для 4-5 курсов АВТФ] / А. А. Гаврилов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 78 [1] с. : ил.

В электронном виде

1. Системы искусственного интеллекта : методические указания к выполнению лабораторных работ для 4 курса ФПМИ по специальностям 050500, 050503, 080801 дневного отделения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. М. Волкова, И. А. Цильковский]. - Новосибирск, 2011. - 70, [2] с. : ил.. - Режим доступа:
http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2011/11_3958.pdf

8.2 Программное обеспечение

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

9.1. Экзаменационные вопросы

1. История исследований в области ИИ
2. Логическое направление моделирования мышления. Преимущества и недостатки.
3. Нейрокибернетическое направление моделирования мышления. Преимущества и недостатки.
4. Типы прикладных систем ИИ
5. Отличия знаний от данных или свойства знаний
6. Классификация методов представления знаний
7. Понятие о логике предикатов 1-го порядка как о методе представления знаний.
8. Преимущества и недостатки логики предикатов 1-го порядка
9. Представление знаний в языке Пролог
10. Унификация в языке Пролог
11. Особенности программирования на языке Лисп
12. Понятия теории нечетких множеств и нечеткой логики.
13. Понятие лингвистической переменной
14. Понятие псевдофизической логики. Разновидности ПФЛ
15. Понятие о правилах-продукциях: структура правил, понятие ядра
16. Представление нечеткости знаний в правилах-продукциях
17. Понятие о семантических сетях
18. Классификация отношений в семантических сетях
19. Понятие о фреймах. Фреймы-прототипы и фреймы-примеры, процедуры-демоны и процедуры-слуги
20. Области применения и задачи, решаемые экспертными системами
21. Структура экспертных систем
22. Когда целесообразно использовать экспертные системы.
23. Этапы проектирования экспертных систем.
24. Прототипы экспертных систем.
25. Трудности автоматизации обработки естественного языка в интеллектуальных системах
26. Этапы анализа предложений на естественном языке
27. Синтаксически-ориентированный и семантически-ориентированный анализ ЕЯ
28. Использование шаблонов для диалога на ЕЯ
29. Понятие грамматики и грамматического анализа
30. Семантические грамматики
31. Расширенные сети переходов
32. Падежные фреймы
33. Основные подходы к решению задач в интеллектуальных системах – поиск в пространстве состояний, логический вывод, сопоставление с образцом и ассоциативный поиск.
34. Прямой логический вывод при использовании правил-продукций
35. Обратный логический вывод при использовании правил-продукций
36. Основные понятия о методах приобретения знаний.
37. Индуктивный вывод, понятие о ДСМ-методе
38. Классы задач, решаемых с помощью нейронных сетей
39. Формальная модель нейрона МакКаллока-Питтса
40. Классификация нейронных сетей
41. Виды обучения нейронных сетей.
42. Многослойный персептрон и алгоритм обучения обратным распространением ошибки (error back propagation)
43. Модель Хопфилда
44. Понятие об эволюционном программировании с помощью генетических алгоритмов
45. Основной алгоритм эволюционного программирования
46. Понятие о гибридных интеллектуальных системах
47. Понятие об агентах и мультиагентных системах
48. Области применения и виды интеллектуальных роботов
49. Структура и функции системы управления интеллектуального робота
50. Иерархический, реактивный и гибридный подходы к управлению интеллектуальным роботом

9.2. Пример экзаменационного билета и ответов на его вопросы.

Билет № 10

Вопрос 1. Когда целесообразно использовать экспертные системы.

Вопрос 2. Модель Хопфилда

Ответ на вопрос 1.

Экспертные системы целесообразно использовать тогда, когда:

- 1) разработка ЭС возможна;
- 2) оправдана;
- 3) методы инженерии знаний соответствуют решаемой задаче.

Рассмотрим более подробно эти условия.

Разработка ЭС возможна когда:

- существуют эксперты в данной области;
- эксперты должны сходиться в оценке предлагаемого решения;
- эксперты должны уметь выразить на естественном языке и объяснить используемые методы;
- задача требует только рассуждений, а не действий;
- задача не должна быть слишком трудной, ее решение должно занимать у эксперта до нескольких часов или дней, а не недель или месяцев;
- задача должна относиться к достаточно структурированной области; – решение не должно использовать в значительной мере здравый смысл (т.е. широкий спектр общих сведений о мире и о способе его функционирования).

Разработка ЭС оправдана, если:

- решение задачи принесет значительный эффект;
- использовать человека-эксперта невозможно из-за ограниченного количества экспертов или из-за необходимости выполнения экспертизы одновременно во многих местах;
- при передаче информации эксперту происходит значительная потеря времени или информации;
- необходимо решать задачу в окружении, враждебном человеку.

Методы инженерии знаний соответствуют задаче, если задача обладает следующими характеристиками:

- может быть естественным образом решена посредством манипуляции символами, а не с числами;
- имеет эвристическую природу, т.е. не годится задача, которая может быть решена гарантированно с помощью некоторых формальных процедур;
- должна быть достаточно сложной, чтобы оправдать затраты, но не чрезмерно сложной; – должна быть достаточно узкой, но практически значимой.

Ответ на вопрос 2.

Модель разработана Хопфилдом в 1982 году. С тех пор были предложены многочисленные ее модификации. Данная модель используется как ассоциативная память, классификатор и для решения некоторых задач оптимизации. Эта модель относится к полносвязным рекуррентным сетям.

Исходными данными для расчета значений синаптических весов сети являются векторы – образцы классов. Сеть функционирует циклически. Выход каждого из нейронов подается на входы всех остальных нейронов. Нейроны сети имеют жесткие пороговые функции.

Входные и выходные сигналы биполярные и принимают значения -1 и $+1$.

Сеть, содержащая N нейронов, может запомнить не более $M = 0.15 \cdot N$ образов. При этом запоминаемые образы не должны быть сильно коррелированы.

Формирование синаптических весов (обучение) сети осуществляется по формуле:

$$w_{ij} = \sum_{s=1}^M x_{is} x_{js}, \quad i \neq j.$$

Другими словами, веса после предъявления каждого примера вычисляются по формуле (правило Хебба):

$$\begin{aligned} w_{ij} &= w_{ij} + x_i x_j, \\ w_{ij} &= 0, \quad i = j, \\ 1 \leq i, \quad j &\leq N. \end{aligned}$$

Функционирование сети описывается следующими формулами:

$$\begin{aligned} y_j(0) &= x_j, \quad 1 \leq j \leq N, \\ y_j(t+1) &= f\left(\sum_{i=1}^N w_{ij} y_i(t)\right), \quad 1 \leq j \leq N. \end{aligned}$$

Функционирование заканчивается, если на некотором шаге T для всех j :

$$y_j(T) = y_j(T-1).$$

Нелинейная функция f обычно выглядит как пороговая, принимающая значения 1 при аргументе > 0 и -1 – в противном случае. Если используются значения 0 и 1 для кодирования состояний нейронов, то сравнение производится не с нулем, а с порогом – константой, одинаковой для всех нейронов.

В процессе функционирования может использоваться процедура "замораживания" состояний некоторых нейронов, которые рассматриваются как входные (т.е. на которые поступает входной сигнал). "Замороженные" нейроны не меняют своего состояния. Такое функционирование может рассматриваться как восстановление вектора по его фрагменту, а обученная нейронная сеть Хопфилда – как ассоциативная память.

В процессе функционирования уменьшается энергетическая функция:

$$E = -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} x_i x_j.$$

Другими словами, состояние нейронной сети "скатывается" в минимум гиперповерхности, сформированной в процессе обучения.