

Белорусский государственный университет



НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА В ОБРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИИ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 03 07 Прикладная информатика

направление специальности

1-31 03 07-02 Прикладная информатика

(информационные технологии телекоммуникационных систем)

2016 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-31 03 07-2013 «Прикладная информатика», учебного плана УВО № G31-170/уч. 2013 г. и учебного плана УВО № G31u-186/уч. 2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Елена Ивановна КОЗЛОВА, доцент кафедры интеллектуальных систем Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

И. А. Адуцкевич, старший преподаватель кафедры интеллектуальных систем Белорусского государственного университета

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой интеллектуальных систем

(протокол № 4 от 08.11.2016г.);

Учебно-методической комиссией факультета радиофизики и компьютерных технологий Белорусского государственного университета

(протокол № 3 от 22.11.2016г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа дисциплины специализации «Нечеткая логика в обработке информации» разработана в соответствии с требованиями образовательного стандарта по специальности 1-31 03 07 «Прикладная информатика (по направлениям)», направление 1-31 03 07-02 «Прикладная информатика (информационные технологии телекоммуникационных систем)». Программа предназначена для студентов дневной формы получения высшего образования.

Целью изучения данной учебной дисциплины является подготовка специалистов в области построения интеллектуальных систем на основе методов нечеткого моделирования и управления.

Основная задача дисциплины – сформировать навыки применения методов нечеткого моделирования и управления на основе экспертных знаний о системе, а также на основе измерительной информации о входах и выходах системы, для решения задач исследования, моделирования и построения интеллектуальных измерительных, управляющих и адаптивных систем.

Для успешного усвоения данной учебной дисциплины необходимы знания по дисциплинам «Теория вероятностей и математическая статистика» в объеме программы высшей школы, умение работать с математическими пакетами обработки данных, владение основными технологиями программирования.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен **знать:**

- основные типы и правила построения нечетких моделей на основе экспертных знаний;
- правила организации нечеткого управления объектом;

уметь:

- разрабатывать нечеткие модели функционирования объектов на основе экспертных знаний и измерительной информации;
- разрабатывать и анализировать устойчивость нечетких систем управления.

владеть:

- методами проектирования самоорганизующихся и самонастраивающихся нечетких моделей, организации нечеткого управления объектом, освоение методов исследования устойчивости нечетких систем управления.

Формируемые компетенции:

ПК-1. Проектировать, разрабатывать и тестировать программное обеспечение различных видов;

ПК-9. Работать с научно-технической информацией с использованием современных информационных технологий;

ПК-10. Формулировать выводы и рекомендации по применению результатов научно-исследовательской работы;

ПК-21. Анализировать результаты работы установленного программного обеспечения и вырабатывать предложения по улучшению качества его работы;

ПК-33. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

В соответствии с учебным планом на изучение дисциплины в 8 семестре отведено всего 116 часов, в том числе 62 аудиторных часа, из них лекции – 34 часа, лабораторные работы – 20 часов, 8 часов – управляемая самостоятельная работа. Форма текущей аттестации – зачет в 8 семестре. Зачетные единицы – 3,5.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. **Введение.** Сущность и развитие теории нечетких множеств. Основные понятия теории нечетких множеств, литературные источники, организация поиска информации по темам дисциплины в сети Internet.
2. **Нечеткая арифметика и математика.** Нечеткая арифметика. Основные действия над нечеткими числами. Особенности нечетких чисел. Нечеткая математика. Нечеткие множества, функции принадлежности и правила их построения. Основные операции над нечеткими множествами. Нечеткие отношения. Классическая и нечеткая импликация.
3. **Нечеткие модели.** Структура, основные элементы и операции в нечетких моделях. Фаззификация, нечеткий вывод, дефаззификация. Свойства правил, баз правил и нечетких моделей. Полнота нечеткой модели, непротиворечивость базы правил, связность, избыточность и сокращение базы правил. Типы нечетких моделей. Модели Мамдани, Такаги-Сугено, реляционные модели, нейронечеткие модели.
4. **Проектирование нечетких систем.** Идентификация нелинейных зависимостей нечеткими базами знаний. Нечеткая классификация и кластеризация. Синтез нечетких правил по результатам кластеризации. Принятие решений в нечетких условиях.
5. **Методы нечеткого моделирования.** Нечеткое моделирование на основе экспертных знаний о системе. Самонастраивающиеся и самоорганизующиеся нечеткие модели на основе измерительных данных о входах и выходах моделируемой системы.
6. **Нечеткое управление.** Устойчивость нечетких систем управления. Статические и динамические нечеткие регуляторы. Формирование структур и настройка параметров нечетких регуляторов. Анализ устойчивости нечетких систем управления.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение	4						
	<i>1.1. Сущность и развитие теории нечетких множеств.</i>	2						
	<i>1.2. Основные понятия теории нечетких множеств.</i>	2						
2	Нечеткая арифметика и математика.	8						
	<i>2.1. Нечеткая арифметика. Основные действия над нечеткими числами. Особенности нечетких чисел.</i>	2						Выборочный опрос на лекции
	<i>2.2. Нечеткая математика. Нечеткие множества, функции принадлежности и правила их построения. Основные операции над нечеткими множествами.</i>	2						Выборочный опрос на лекции
	<i>2.3. Нечеткие отношения. Классическая и нечеткая импликация.</i>	4						Устный опрос
3.	Нечеткие модели.	6						
	<i>3.1. Структура, основные элементы и операции в нечетких моделях. Фаззификация, нечеткий вывод, дефаззификация. Свойства правил, баз правил и нечетких моделей.</i>	2			4			Выборочный опрос на лекции, отчет по лабораторной работе
	<i>3.2. Полнота нечеткой модели, непротиворечивость базы правил, связность, избыточность и сокращение базы правил.</i>	2						Выборочный опрос на лекции, реферат

	3.3. Типы нечетких моделей. Модели Мамдани, Такаги-Сугено, реляционные модели, нейронечеткие модели.	2						Выборочный опрос на лекции
4	Проектирование нечетких систем.	4						
	4.1. Идентификация нелинейных зависимостей нечеткими базами знаний. Нечеткая классификация и кластеризация.	2			4		2	Устный опрос, отчет по лабораторной работе
	4.2. Синтез нечетких правил по результатам кластеризации. Принятие решений в нечетких условиях.	2			4		2	Устный опрос, отчет по лабораторной работе
5	Методы нечеткого моделирования.	6						
	5.1. Нечеткое моделирование на основе экспертных знаний о системе.	4			4		2	Устный опрос, реферат
	5.2. Самонастраивающиеся и самоорганизующиеся нечеткие модели на основе измерительных данных о входах и выходах моделируемой системы	2						Выборочный опрос на лекции
6	Нечеткое управление.	6						
	6.1 Устойчивость нечетких систем управления. Статические и динамические нечеткие регуляторы.	2						Устный опрос, реферат
	6.2. Формирование структур и настройка параметров нечетких регуляторов.	2			4		2	Отчет по лабораторной работе
	6.3. Анализ устойчивости нечетких систем управления.	2						Устный опрос, реферат

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат; пер. с англ. – 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 798 с. : ил.
2. Конышева Л.К., Назаров Д.М. Основы теории нечетких множеств: Учебное пособие. – СПб.: Питер, 2011. – 192 с., ил.
3. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 452 с.
4. Борисов В.В. Нечеткие модели и сети / В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федулов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 284 с.
5. Рутковский Л. Методы и технологии искусственного интеллекта: Пер. с польск. – М.: Горячая линия-Телеком, 2010. – 520 с.
6. Осовский, Станислав. Нейронные сети для обработки информации / Станислав Осовский; Пер. с пол. И.Д.Рудинского. – М. : Финансы и статистика, 2002. - 343с.
7. Усков А.А., Кузьмин А.В. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 144 с.
8. Круглов, В. В. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети: Учеб.пособие для студ.вузов,обуч.по спец. «Прикладная информатика (по областям)» / В.В. Круглов, М.И. Дли, Р.Ю. Голунов. – М. :Физматлит, 2001. – 224с. : ил.
9. Андрейчиков, А. В. Интеллектуальные информационные системы : учебник для студ. вузов, обуч. по спец. «Прикладная информатика в экономике» / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. - Москва : Финансы и статистика, 2006. - 424с. : ил.
10. Ручкин, Владимир Николаевич. Универсальный искусственный интеллект и экспертные системы : [для студентов, аспирантов и преподавателей вузов] / В. Н. Ручкин, В. А. Фулин. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2009. - 238 с. : ил.

Дополнительная

1. Математическое и компьютерное моделирование процессов и систем в среде MATLAB/SIMULINK. Учебное пособие для студентов и аспирантов / В.В. Васильев, Л.А. Симак, А.М. Рыбникова. – К.: НАН Украины, 2008. – 91 с.
2. Дьяконов В.П., Круглов В. Математические пакеты расширения MATLAB. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002. – 448 с.
3. Piegat A. Hyperstability of fuzzy-control systems and degrees of freedom. Proceedings of the International Conference EUFIT'97, vol. 2. Aachen, Germany, 1997., pp.1446-1450.

4. Piegat A. Rule base reduction in fuzzy models. Proceedings of the International Conference ACS'97. Szczecin, Poland, 1997., pp. 395-400.
5. Батыршин И.З., Недосекин А.О., Стецко А.А., Тарасов В.Б., Язенин А.В., Ярушкина Н.Г. Нечеткие гибридные системы: Теория и практика / Под ред. Н.Г. Ярушкиной. – М.: Физматлит, 2007. – 208 с.
6. Прикладные нечеткие системы / Под ред. Т. Тэрано, К. Асаи и М. Сугэно: Пер. с япон. Ю.Н. Чернышова. – М.: Мир, 1993. – 368 с.
7. Недосекин А.О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций. – Спб.: Типография «Сезам», 2002.
8. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем: Учеб.пособие для студ. вузов / Т.А.Гаврилова, В.Ф.Хорошевский. – СПб. : Питер, 2000. – 384с.: ил.
9. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д.А. Поспелова. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986.
10. Пупков К.А. Интеллектуальные системы : (Исследование и создание) / К.А.Пупков, В.Г.Коньков. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. - 347с. : ил.
11. www.exponenta.ru
12. www.mathworks.ru

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ УСР

1. Основная задача настройки нечеткой базы знаний Мамдани.
2. Алгоритмы решения задачи настройки нечеткой базы знаний Такаги-Сугено.
3. Способы выбора критериев настройки баз правил нечетких моделей.
4. Алгоритм кластеризации *c*-средних.
5. Горный алгоритм кластеризации.
6. Схема Беллмана-Заде принятия решений в нечетких условиях.
7. Многокритериальный анализ чувствительности нечеткой модели.
8. Оперативная идентификация и адаптивное нечеткое управление.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

С целью текущего контроля знаний и умений студентов по учебной дисциплине используются следующие диагностические средства:

- Выборочный опрос на лекциях;
- Отчеты по лабораторным работам;
- Обсуждение рефератов, презентаций и докладов студента, подготовленных по результатам выполнения лабораторных работ, УСР и самостоятельной работе по индивидуальным заданиям в рамках тематики учебной дисциплины.

Оценивание результатов выполнения лабораторных работ, заданий УСР и выполнения рефератов проводится в соответствии с критериями оценки знаний и компетенций студентов по 10-балльной шкале, изложенными в письме Министерства образования Республики Беларусь №21-04-1/105 от 22.12.2003 г.

Оценка текущей успеваемости определяется как средняя по оценкам лабораторных работ, управляемой самостоятельной работе и рефератам.

Итоговый контроль усвоения дисциплины проводится в форме устного собеседования.

Итоговая оценка «зачтено» по дисциплине может быть выставлена студентам, получившим среднюю оценку по результатам итогового собеседования, лабораторным работам, рефератам и управляемой самостоятельной работе не ниже, чем «четыре».

Изложение лекционных материалов рекомендуется сопровождать примерами, иллюстрационным материалом и тестовыми заданиями с контрольными вопросами для закрепления понятий и терминов, устными фронтальными опросами на лекциях. Для успешного выполнения лабораторных работ студентам предлагается предварительно ознакомиться с описанием заданий, соответствующей теоретической частью курса, содержанием рекомендованной литературы. В целях формирования и развития у студентов навыков самоуправления, коммуникативных и организационно-управленческих умений, а также приобретения опыта командного решения поставленных задач, предлагается организовывать группы студентов численностью до 3 человек для выполнения лабораторных работ. Лабораторные работы выполняются на компьютерах с использованием ресурсов сети Интернет, в средах математических пакетов, отчет

подготавливается также на бумажном носителе. Управляемая самостоятельная работа студентов организуется в рамках выполнения лабораторных работ. Формой отчетности по итогам выполнения заданий УСР является реферат (на бумажном носителе).

Самостоятельную работу при подготовке к выполнению и сдаче лабораторных работ, подготовке к зачету студентам рекомендуется проводить в компьютерных классах с использованием электронных ресурсов курса (электронный вариант конспекта лекций, электронный вариант лабораторного практикума, дополненный электронными книгами математических пакетов с примерами выполнения заданий).

Примерный перечень тем рефератов

1. Тавтология типа *Modus Ponens* и обобщенный *Modus Ponens*. Условия их применимости в приближенных рассуждениях при построении баз правил нечеткой системы.
2. Определения степени выполнения условия правила нечеткой базы правил.
3. Определение результирующей функции принадлежности вывода из базы правил нечеткой модели.
4. Логические операторы, обеспечивающие наибольшую точность нечеткого моделирования и управления.
5. Понятие дефазификации результирующей функции принадлежности вывода из базы правил нечеткой модели. Чувствительность и разрывность методов дефазификации.
6. Методы дефазификации результирующей функции принадлежности вывода из базы правил нечеткой модели. Методы первого, среднего и последнего максимума. Достоинства и недостатки.
7. Методы дефазификации результирующей функции принадлежности вывода из базы правил нечеткой модели. Методы центра тяжести, центра сумм и высот. Достоинства и недостатки.
8. Зависимость числа правил в базе правил нечеткой модели от числа входных параметров и нечетких множеств.
9. Лингвистическая и численная полнота базы правил нечеткой модели.
10. Непротиворечивость базы правил нечеткой модели. Несовместные правила. Методы устранения несовместности.
11. Задачи нечеткой интерполяции и экстраполяции.
12. Самонастраивающаяся и самоорганизующаяся нечеткие модели.
13. Ментальная, вербальная и лингвистическая модели системы, построенные на основе экспертных знаний. Достоинства и недостатки экспертного подхода.
14. Методы настройки и оптимизации параметров нечеткой системы. Нейросети и нейронечеткие сети.
15. Методы настройки и оптимизации параметров нечеткой системы. Поисковые методы.
16. Методы настройки и оптимизации параметров нечеткой системы. Кластеризация.
17. Методы настройки и оптимизации параметров нечеткой системы. Эвристические методы.

18. Сравнительный анализ эффективности работы пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора и его нечеткого аналога.

19. Методы исследования устойчивости нечетких систем. Критерии для оценки методов.

20. Метод Ляпунова для исследования устойчивости нелинейных систем. Достоинства и недостатки.

21. Методы проверки устойчивости нечетких систем: критерий устойчивости Попова, круговой метод, прямой метод Ляпунова.

22. Методы проверки устойчивости нечетких систем: анализ устойчивости системы в фазовом пространстве.

23. Методы проверки устойчивости нечетких систем, основанные на теории гиперустойчивости.

24. Методы проверки устойчивости нечетких систем, основанные на теории вход-выходной устойчивости.

25. Эвристические методы проверки устойчивости нечетких систем.

Примерный перечень лабораторных работ

1. Нечеткое моделирование на основе экспертных знаний о системе.

2. Определение существенных входов моделей разных типов – динамических с одним входом и одним выходом, статических с несколькими входами и одним выходом, динамических с несколькими входами и одним выходом. Сравнение эффективности различных методов оценки значимости входов нелинейной модели.

3. Исследование методов самоорганизации, настройки и самонастройки нечетких моделей. (Геометрический метод точек максимума абсолютной ошибки, метод кластеризации, в т.ч. изучение работы FCM-алгоритма, метод поиска).

4. Исследование эффективности работы и определение областей применения статических нечетких регуляторов.

5. Формирование структур и настройка параметров нечеткого регулятора нелинейной модели (а – на основе знаний, полученных от эксперта, б – на основе управляющих сигналов, вырабатываемых экспертом, в – на основе модели объекта управления)