

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 26.10.2023 15:41:27
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП:

С.М. Дудаков

«30» 2023 г.



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

ТЕОРИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ И НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА

Направление подготовки

15.03.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

Профиль подготовки

Интеллектуальное управление в мехатронных и робототехнических системах

Для студентов 3-го курса

Формы обучения - очная

Составители: д.ф.-м.н., А.В. Язенин,
к.ф.-м.н., В.Н. Новикова

Тверь, 2023

I. Аннотация

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является: изучение современного математического аппарата представления и моделирования знаний с элементами неопределенности нечеткого типа и получение практических навыков использования данного аппарата в информационных технологиях, основанных на мягких вычислениях.

Задачами освоения дисциплины являются:

- 1) освоение фундаментальных понятий теории возможностей и технологий мягких вычислений,
- 2) выработка практических навыков их использования при разработке математических моделей и методов принятия решений в условиях неопределенности и информационных систем их поддержки.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Учебная дисциплина «Теория неопределенностей и нечеткая логика» относится к разделу «Дисциплины профиля подготовки» обязательной части Блока 1, часть формируемая участниками образовательных отношений.

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания основных понятий из математического анализа, линейной алгебры, теории вероятностей, методов оптимизации и принятия решений, а также навыки решения основных задач, рассматриваемых в этих дисциплинах.

В результате изучения дисциплины студент должен знать фундаментальные разделы математики, необходимые для проведения научных исследований в области математического обеспечения информационных технологий, уметь моделировать различные типы неопределенности, владеть математическим аппаратом теории возможностей и технологиями мягких вычислений, необходимыми для разработки информационных систем поддержки принятия решений, ориентированных на обработку информации в условиях неопределенности.

3. Объем дисциплины: 4 зачетных единицы, 144 академических часа, в том числе:

контактная аудиторная работа: лекции 32 часа, практические занятия 32 часа, в т. ч. практическая подготовка 10 часов;

контактная внеаудиторная работа: контроль самостоятельной работы ___ -- ___, в том числе курсовая работа ___ -- ___;

самостоятельная работа: 80 часов, в том числе контроль 36 часов.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| | |
|---|---|
| Планируемые результаты освоения образовательной программы | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|

| (формируемые компетенции) | |
|---|---|
| <p>ПК-1 Способен участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем</p> | <p>ПК-1.1 Разрабатывает математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей ПК-1.2 Разрабатывает экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводит их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий ПК-1.3 Анализирует научно-техническую информацию, обобщает отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, проводит патентный поиск ПК-1.4 Проводит эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывает результаты с применением современных информационных технологий и технических средств ПК-1.5 Проводит вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем ПК-1.6 Участвует в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок</p> |

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения: экзамен, 6 семестр

6. Язык преподавания русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

| Учебная программа – наименование разделов и тем | Всего (час.) | Контактная работа (час.) | | | | Контроль самостоя тельной работы (в том числе курсовая работа) | Самостоя тельная работа, в том числе Контроль (час.) |
|---|-----------------|--------------------------|--|-------------------------|--|--|---|
| | | Лекции | | Практические занятия | | | |
| | | всего | в т.ч. прак тичес кая подгото вка | всего | в т.ч. прак тичес кая подго товка | | |
| Определение нечеткого подмножества. Функция принадлежности. Операции над нечеткими подмножествами. | 8 | 2 | | 2 | 1 | | 4 |
| Возможностная мера. Нечеткая (возможностная) переменная(величина) и ее функция распределения (по С.Намиасу). Свойства возможностных распределений. | 8 | 2 | | 2 | | | 4 |
| Функции нечетких величин. | 6 | 2 | | 2 | | | 2 |
| Классы параметризованных возможностных распределений (функций принадлежности). Распределения L-R типа. | 8 | 2 | | 2 | | | 4 |
| t-нормы. | 8 | 2 | | 2 | | | 4 |
| Взаимно T – связанные нечеткие величины. | 8 | 2 | | 2 | | | 4 |
| Бинарные операции над нечеткими величинами. | 8 | 2 | | 2 | 1 | | 4 |
| Исчисление нечетких величин в классах параметризованных возможностных распределений и распределений L-R типа | 8 | 2 | | 2 | 1 | | 4 |

| | | | | | | | |
|--|------------|-----------|--|-----------|-----------|----------|-----------|
| Отношения между возможностными величинами. | 8 | 2 | | 2 | | | 4 |
| Нечеткие отношения. Операции над нечеткими отношениями. | 10 | 2 | | 2 | 1 | | 6 |
| Нечеткие и лингвистические переменные (по Л.Заде). | 10 | 2 | | 2 | 1 | | 6 |
| Нечеткие алгоритмы и выводы. | 10 | 2 | | 2 | 1 | | 6 |
| Формирование базы правил. | 10 | 2 | | 2 | 1 | | 6 |
| Нейронные сети. | 10 | 2 | | 2 | | | 6 |
| Нечеткие нейронные сети. | 12 | 3 | | 2 | 1 | | 7 |
| Язык FCL. | 10 | 1 | | 2 | 1 | | 7 |
| Программное обеспечение нечеткой логики. | 10 | 2 | | 2 | 2 | | 6 |
| ИТОГО | 144 | 32 | | 32 | 10 | - | 80 |

III. Образовательные технологии

| Учебная программа – наименование разделов и тем | Вид занятия | Образовательные технологии |
|--|------------------------------------|---|
| Определение нечеткого подмножества. Функция принадлежности. Операции над нечеткими подмножествами. | Лекции, практические занятия | 1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач |
| Возможностная мера. Нечеткая (возможностная) переменная(величина) и ее функция распределения (по С.Намиасу). Свойства возможностных распределений. | Лекции, практические занятия | 1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач |

| | | |
|--|---------------------------------|---|
| Функции нечетких величин. | Лекции, практические занятия | 1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач |
| Классы параметризованных вероятностных распределений (функций принадлежности). Распределения L-R типа. | Лекции, практические занятия | 1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач |
| t-нормы. | Лекции, практические занятия | 1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач |
| Взаимно T – связанные нечеткие величины. | Лекции, практические занятия | 1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач |
| Бинарные операции над нечеткими величинами. | Лекции, практические занятия | 1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач |
| Исчисление нечетких величин в классах параметризованных вероятностных распределений и распределений L-R типа | Лекции, практические занятия | 1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач |
| Отношения между вероятностными величинами. | Лекции, практические занятия | 1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач |
| Нечеткие отношения. Операции над нечеткими отношениями. | Лекции, практические занятия | 1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач |
| Нечеткие и лингвистические переменные (по Л.Заде). | Лекции, практические занятия | 1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач |
| Нечеткие алгоритмы и выводы. | Лекции, практические занятия | 1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач |

| | | |
|--|------------------------------|---|
| Формирование базы правил. | Лекции, практические занятия | 1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач |
| Нейронные сети. | Лекции, практические занятия | 1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач |
| Нечеткие нейронные сети. | Лекции, практические занятия | 1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач |
| Язык FCL. | Лекции, практические занятия | 1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач |
| Программное обеспечение нечеткой логики. | Лекции, практические занятия | 1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач |

Преподавание учебной дисциплины строится на сочетании лекций, практических занятий и различных форм самостоятельной работы студентов. В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: традиционные лекции, практические занятия в диалоговом режиме, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы.

Дисциплина предусматривает выполнение контрольных работ, тестов и письменных домашних заданий.

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

Для проведения текущей и промежуточной аттестации:

ПК-1 Способен участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем

ПК-1.1 Разрабатывает математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей

1. Приведите схему нечеткого логического вывода.
2. Перечислите операции над нечеткими подмножествами. Приведите числовые примеры.
3. Перечислите основные алгоритмы нечеткого вывода. Укажите их основные отличия друг от друга

4. Объясните различия между понятиями меры неопределенности и меры возможности.

5. Свойства меры возможности и меры необходимости.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Дан правильный развернутый ответ – 2 балла;

Ответ содержит неточности – 1 балл.

ПК-1.2 Разрабатывает экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводит их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий

1. Имеем две нечеткие величины $(L-R)$ типа. Пусть $L(t) = e^{-t^2}, t > 0$, $R(t) = \max\{0, 1-t\}, t > 0$. Распределения равны соответственно: $X_1 = (3, 5, 1, 2)_{(L,R)}$, $X_2 = (4, 5, 2, 1)_{(L,R)}$.

Определите распределение нечеткой величины $2X_1 + X_2$, ее α – уровневое множество при $\alpha = 0.7$.

2. Построить функции принадлежности множеств $A, B, A \cup B, A \cap B, \bar{A}, \bar{B}$, где

$$\mu_A = \begin{cases} (1 + 2(x - 10)^{-2})^{-1}, & x > 10 \\ 0, & x \leq 10 \end{cases}$$

$$\mu_B = (1 + 2(x - 6)^2)^{-1}$$

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

ПК-1.3 Анализирует научно-техническую информацию, обобщает отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, проводит патентный поиск

1. Проведите сравнительный анализ алгоритмов нечеткого вывода (Мамдани, Сугено, Цукамото, Ларсена). Результат представьте в виде презентации.

2. Найдите и презентуйте разработки на основе нечеткого вывода.

Способ проведения – цифровой.

Критерии оценивания:

Презентация хорошо оформлена и информативна - 6 баллов;

Презентация имеет недостатки в оформлении - 4 балла;

Презентация неинформативна - 2 балла.

ПК-1.4 Проводит эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывает результаты с применением современных информационных технологий и технических средств

Решить задачи

1. В системе нечёткого вывода фазсифицируется высказывание «скорость автомобиля средняя». Текущая скорость автомобиля равна 60 км/ч. Функция распределения терма «средняя» имеет вид треугольной величины $\text{Tr}(50;30)$. С каким значением фазсифицируется данное утверждение? Ответ дайте в виде десятичной дроби с точностью до двух знаков после запятой.

2. Даны две трапециевидные величины $X=\text{Tr}(2;5;1;3)$ и $Y=\text{Tr}(-1;0;2;1)$. Определите распределение величины $Z=X-Y$.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 3 балла;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 2 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 1 балл.

ПК-1.5 Проводит вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем

1. Построить грамматику синтаксического правила для лингвистической переменной «Температура», если используются следующие слова: «холодно», «комфортно», «жарко», «очень», «не», «более-менее», «и».

2. Составить систему правил вывода для нечеткого регулятора автоматического полива цветов, если входными параметрами являются время, прошедшее с предыдущего полива, и температура воздуха, а выходным параметром – количество воды.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

ПК-1.6 Участвует в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок

1. Сделать доклад о выбранном языке программирования, реализующем инструменты нечеткой математики.

2. Сделать доклад о выбранной системе нечеткого вывода.

Способ проведения – цифровой.

Критерии оценивания:

Презентация хорошо оформлена и информативна - 6 баллов;

Презентация имеет недостатки в оформлении - 4 балла;

Презентация неинформативна - 2 балла.

Важной составляющей данного раздела РПД являются требования к рейтинг-контролю с указанием баллов, распределенных между модулями и видами работы обучающихся.

Максимальная сумма баллов по учебной дисциплине, заканчивающейся экзаменом, по итогам семестра составляет 60 баллов (30 баллов - 1-й модуль и 30 баллов - 2-й модуль).

Обучающемуся, набравшему 40–54 балла, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в рейтинговой ведомости учета успеваемости и зачетной книжке может быть выставлена оценка «удовлетворительно».

Обучающемуся, набравшему 55–57 баллов, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в графе рейтинговой ведомости учета успеваемости «Премияльные баллы» может быть добавлено 15 баллов и выставлена экзаменационная оценка «хорошо».

Обучающемуся, набравшему 58–60 баллов, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в графе рейтинговой ведомости учета успеваемости «Премияльные баллы» может быть добавлено 27 баллов и выставлена экзаменационная оценка «отлично». В каких-либо иных случаях добавление премиальных баллов не допускается.

Обучающийся, набравший до 39 баллов включительно, сдает экзамен.

Распределение баллов по модулям устанавливается преподавателем и может корректироваться.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература

1. Горбаченко В. И. Интеллектуальные системы: нечеткие системы и сети : Учебное пособие для вузов / Горбаченко В. И., Ахметов Б. С., Кузнецова О. Ю. - 2-е изд. - Электрон. дан. - Москва : Юрайт, 2021. - 105 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/472491> (дата обращения: 23.11.2021). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-08359-0 : 289.00.
2. Назаров Д. М. Интеллектуальные системы: основы теории нечетких множеств : Учебное пособие для вузов / Назаров Д. М., Конышева Л. К. - 3-е изд. - Электрон. дан. - Москва : Юрайт, 2021. - 186 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/472319> (дата обращения: 23.11.2021). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-07496-3 : 639.00.
3. Флегонтов А. В. Моделирование задач принятия решений при нечетких исходных данных [Электронный ресурс] : монография / А. В. Флегонтов, В. Б. Вилков, А. К. Черных; Флегонтов А. В., Вилков В. Б., Черных А. К.

- Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 332 с. - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-8114-4402-1.

б) Дополнительная литература

1. Нечеткая логика [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. - Уфа : БашГУ, 2020. - 84 с. - Книга из коллекции БашГУ - Информатика. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/179916>
2. Язенин А. В. Основные понятия теории возможностей: математический аппарат для принятия решений в условиях гибридной неопределенности / Язенин Александр Васильевич. - Москва : Физматлит, 2016. - 142 с. : ил., табл. - Загл. на обл.: Основные понятия теории возможностей. - Библиогр.: с. 139-142. - Предм. указ.: с. 137-138. - ISBN 978-5-9221-1685-5 : 200.00.
3. Лубенцова, Е.В. Системы управления с динамическим выбором структуры, нечеткой логикой и нейросетевыми моделями: монография / Е.В. Лубенцова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь: СКФУ, 2014. - 248 с.: ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-88648-902-6; [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457413>

2) Программное обеспечение

| Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 46 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35) | |
|--|---|
| Adobe Acrobat Reader DC - Russian | бесплатно |
| Apache Tomcat 8.0.27 | бесплатно |
| Cadence SPB/OrCAD 16.6 | Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009 |
| GlassFish Server Open Source Edition 4.1.1 | бесплатно |
| Google Chrome | бесплатно |
| Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit) | бесплатно |
| JetBrains PyCharm Community Edition 4.5.3 | бесплатно |
| JetBrains PyCharm Edu 3.0 | бесплатно |
| Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows | Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022 |
| Lazarus 1.4.0 | бесплатно |
| Mathcad 15 M010 | Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011 |
| MATLAB R2012b | Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012 |
| Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО | бесплатно |

| | |
|---|---|
| ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО | бесплатно |
| MiKTeX 2.9 | бесплатно |
| MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK | бесплатно |
| NetBeans IDE 8.0.2 | бесплатно |
| NetBeans IDE 8.2 | бесплатно |
| Notepad++ | бесплатно |
| Oracle VM VirtualBox 5.0.2 | бесплатно |
| Origin 8.1 Sr2 | договор №13918/M41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд» |
| Python 3.1 pygame-1.9.1 | бесплатно |
| Python 3.4 numpy-1.9.2 | бесплатно |
| Python 3.4.3 | бесплатно |
| Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64-bit) | бесплатно |
| WCF RIA Services V1.0 SP2 | бесплатно |
| WinDjView 2.1 | бесплатно |
| R Studio | бесплатно |
| Anaconda3 2019.07 (Python 3.7.3 64-bit) | бесплатно |

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com;
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>;
3. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>.

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
Интернет-университет <http://www.intuit.ru>

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Учебное пособие:

Язенин А.В. Основные понятия теории возможностей // М.: Физматлит, 2016. — 138 с.

В итоге проводятся 3 контрольных мероприятия, распределение баллов между которыми составляет 30/30/40. Контрольные работы проводятся в письменной и в тестовой форме.

Тематика групповых докладов с презентациями

1. Нейронные сети. Основные понятия.
2. Сети Кохонена.
3. Растущий нейронный газ
4. Нечеткая нейронная сеть.
5. Генетические алгоритмы.

Тесты для самоконтроля

1. Верны ли утверждения:

А. Любая вещественная переменная является возможностной.

Да - нет

Б. Любое нечеткое число унимодально.

Да - нет

В. Трапецевидная возможностная величина является полимодальной:

Да -нет

2. Выберите один вариант ответа:

А. Носитель нормальной возможностной величины имеет вид:

- отрезка
- интервала
- луча
- прямой

Б. Функция распределения возможностной величины $\mu_X(t)$ есть:

- вероятность того, что переменная X принимает значение t
- возможность того, что переменная X может принять значение t
- возможность того, что переменная X принимает значения больше t
- вероятность того, что переменная X принимает значения меньше t

В. Возможностное пространство представляет собой:

- дублет,
- триплет,
- квартет,
- квинтет.

Г. Множество значений функции распределения нормальной возможностной величины равно:

- $(-\infty; \infty)$
- $[0; \infty)$
- $[0; 1]$

3. Выберите несколько вариантов ответа

А. Параметризованная возможностная величина полностью задается:

- уровневными множествами
- модальным значением
- коэффициентом нечеткости
- носителем
- классом

Б. Возможностное пространство включает в себя:

- модельное множество
- функцию распределения
- меру возможности
- меру необходимости
- множество всех подмножеств модельного множества

В. Основными классами параметризованных возможностных распределений являются:

- триангулярные
- экспоненциальные
- биномиальные
- трапецевидные
- нормальные
- прямоугольные

Методические рекомендации для подготовки к экзамену

К экзамену допускаются студенты, которые систематически, в течение всего семестра работали на занятиях и показали уверенные знания по вопросам, выносившимся на групповые занятия.

Непосредственная подготовка к экзамену осуществляется по вопросам, представленным в данной учебной программе. Тщательно изучите формулировку каждого вопроса, вникните в его суть, составьте план ответа.

Подготовка к экзамену заключается в изучении тщательной проработке студентом учебного материала дисциплины с учётом учебников, лекционных и семинарских занятий, сгруппированном в виде контрольных вопросов.

Экзамен по курсу проводится по билетам.

На экзамен студент даёт ответы на вопросы билета после предварительной подготовки. Студенту предоставляется право отвечать на вопросы билета без подготовки по его желанию. Преподаватель имеет право задавать дополнительные вопросы, если студент недостаточно полно осветил тематику вопроса, если затруднительно однозначно оценить ответ, если студент не может ответить на вопрос билета, если студент отсутствовал на занятиях в семестре.

Качественной подготовкой к экзамену является:

- полное знание всего учебного материала по курсу;
- свободное оперирование материалом;
- демонстрация знаний дополнительного материала;
- чёткие правильные ответы на дополнительные вопросы.

Примеры задач и вопросов для контроля знаний.

1. Имеем две нечеткие величины $(L-R)$ типа. Пусть $L(t) = e^{-t^2}, t > 0$, $R(t) = \max\{0, 1-t\}, t > 0$. Распределения равны соответственно: $X_1 = (3, 5, 1, 2)_{(L,R)}$, $X_2 = (4, 5, 2, 1)_{(L,R)}$.

Определите распределение нечеткой величины $2X_1 + X_2$, ее α -уровневое множество при $\alpha = 0.7$.

2. Приведите схему нечеткого логического вывода.
3. Перечислите операции над нечеткими подмножествами.
4. Перечислите основные алгоритмы нечеткого вывода.

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Операции над нечеткими подмножествами.
2. Нечеткая (возможностная) переменная (величина) и ее функция распределения.

3. Функции нечетких величин.
4. Классы параметризованных возможностных распределений.
5. Распределения L-R типа.
6. t-нормы: свойства, примеры t-норм.
7. Взаимно минисвязанные нечеткие величины.
8. Взаимно T – связанные нечеткие величины.
9. Бинарные операции над взаимно минисвязанными нечеткими величинами.
10. Исчисление нечетких величин в классах параметризованных возможностных распределений.
11. Исчисление нечетких величин в классе распределений L-R типа.
12. Отношения между возможностными величинами.
13. Нечеткие отношения. Операции над нечеткими отношениями.
14. Нечеткие переменные (по Л.Заде).
15. Лингвистические переменные (по Л.Заде).
16. Нечеткие алгоритмы и выводы.
17. Формирование базы правил.
18. Нейронные сети. Основные понятия.
19. Генетические алгоритмы.
20. Программное обеспечение нечеткой логики.

VII. Материально-техническое обеспечение

Для аудиторной работы

| | |
|--|--|
| Учебная аудитория № 308 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35) | Набор учебной мебели, экран проектор. |
|--|--|

Для самостоятельной работы

| | |
|---|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся: Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 4б (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35) | Компьютер, экран, проектор, кондиционер. |
|---|---|

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

| № п.п. | Обновленный раздел рабочей программы дисциплины | Описание внесенных изменений | Дата и протокол заседания кафедры, |
|--------|---|------------------------------|------------------------------------|
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | утвердившего изменения |
| 1 | V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 2) Программное обеспечение | Внесены изменения в программное обеспечение | От 24.08.2023 года, протокол № 1 ученого совета факультета |
| | | | |