

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 33

УТВЕРЖДАЮ
Ответственный за образовательную
программу

Д.Т.Н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

С.В. Беззатеев
(инициалы, фамилия)

(подпись)

«19» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Нечеткая логика»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	10.05.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Информационная безопасность автоматизированных систем
Наименование направленности	Безопасность открытых информационных систем
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

проф., к.т.н., проф. 19.02.2025 С.Г. Фомичева
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 33

«19» февраля 2025 г, протокол № 7

Заведующий кафедрой № 33

д.т.н., доц. 19.02.2025 С.В. Беззатеев
(уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

19.02.2025 Н.В. Решетникова
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Нечеткая логика» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 10.05.03 «Информационная безопасность автоматизированных систем» направленности «Безопасность открытых информационных систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№33».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен выполнять работы по проектированию автоматизированных информационных систем»

ПК-4 «Способен осуществлять работы по разработке систем защиты информации автоматизированных систем»

ПК-12 «Способен проводить исследования в области оценки эффективности технологий автоматизации открытых информационных систем».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основными понятиями теории нечетких множеств и нечеткой логики: операции над нечеткими множествами; системы управления с нечеткой логикой; области применения нечеткой логики; нечеткие логические операции и нечеткие отношения.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Знакомство с аппаратом неклассических логик и его применение к построению моделей принятия решений. Развитие способности к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области.

Задачи учебной дисциплины

Изучение:

- основ теории нечетких множеств и нечеткой логики.

Формирование умения:

- использовать теоретические основы и прикладные средства теории нечетких множеств и нечеткой логики.

Формирование навыков:

- проектирования и разработки систем на базе правил нечеткой логики.

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- области применения нечеткой логики;
- нечеткие логические операции;
- системы на базе правил нечеткого регулирования.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен выполнять работы по проектированию автоматизированных информационных систем	ПК-1.3.1 знать варианты сетевой архитектуры; технологии виртуализации серверов
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен осуществлять работы по разработке систем защиты информации автоматизированных систем	ПК-4.3.1 знать способы реализации несанкционированного доступа к информации и специальных программных воздействий на информацию и ее носители в автоматизированных системах
Профессиональные компетенции	ПК-12 Способен проводить исследования в области оценки эффективности технологий автоматизации открытых информационных систем	ПК-12.3.2 знать методы построения и исследования математических моделей в области автоматизации информационно-аналитической деятельности ПК-12.У.1 уметь решать задачи исследования информационно-аналитических систем методами моделирования

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- математическая логика и теория алгоритмов,
- дискретная математика,
- информатика

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- интеллектуальные системы и технологии,
- распознавание образов,
- нейронные сети.

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№8
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	40	40
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 8					
Раздел 1. Теория нечетких множеств	4	4			10
Раздел 2. Нечеткие отношения и нечеткие графы	4	4			10

Раздел 3. Теория нечеткой логики	12	12			10
Раздел 4. Алгоритмы нечёткой логики. Пакет Fuzzy Logic Toolbox	14	14			10
Итого в семестре:	34	34			40
Итого	34	34	0	0	40

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Теория нечетких множеств. Понятие нечеткого множества, основные характеристики нечетких множеств. Операции над нечеткими множествами. Свойства операций над нечеткими множествами. Расстояние между нечеткими множествами, индексы нечеткости. Функции принадлежности нечётких множеств и методы их построения. Нечёткая и лингвистическая переменные. Нечёткие числа.
2	Нечеткие отношения и нечеткие графы. Декартово произведение нечетких множеств. Понятие нечеткого отношения. Способы задания нечетких отношений. Операции над нечеткими отношениями. Операции над нечеткими отношениями. Понятие нечеткого графа. Матричные представления нечетких графов. Основные характеристики нечетких графов. Операции над нечеткими графами.
3	Теория нечеткой логики. Нечеткая и лингвистическая переменные. Нечеткие высказывания и их виды Операции над нечеткими высказываниями. База нечетких правил. Системы нечеткого логического вывода и его этапы. Нечёткие выводы. Алгоритмы Mamdani, Tsukamoto, Sugeno, Larsen. Нечеткие алгоритмы.
4	Интуиционистские, многозначные, нечёткие, модальные логики. Эффективность систем принятия решений, использующих методы нечёткой логики. Пакет Fuzzy Logic Toolbox.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8					
1	Интуиционистские,	решение задач	2	2	1

	многозначные, нечёткие, модальные логики				
2	Нечёткая информация и выводы. Нечёткие множества. Основные характеристики нечётких множеств.	решение задач	2	2	1
3	Функции принадлежности нечётких множеств и методы их построения.	решение задач	2	2	2
4	Операции над нечёткими множествами. Логические, алгебраические операции.	решение задач	2	2	2
5	Нечёткая и лингвистическая переменные. Нечёткие числа.	решение задач	8	8	3
6	Нечёткие выводы. Алгоритмы Mamdani, Tsukamoto, Sugeno, Larsen.	решение задач	6	6	3
7	Упрощённый алгоритм нечёткого вывода. Методы приведения к чёткости.	решение задач	4	4	4
8	Эффективность систем принятия решений, использующих методы нечёткой логики.	решение задач	4	4	4
9	Пакет Fuzzy Logic Toolbox	решение задач	4	4	4
Всего			34	34	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической	№ раздела
-------	---------------------------------	---------------------	---------------------	-----------

			подготовки, (час)	дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	20	20
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	40	40

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
510 Б 91	Бураков, Михаил Владимирович. Нечеткие регуляторы : учебное пособие / М. В. Бураков ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. -	41

	СПб. : Изд-во ГУАП, 2010. - 236 с. : рис. - Библиогр.: с. 212 - 216. - ISBN 978-5-8088-0532-3 : 120.00 р. - Текст : непосредственный.	
658 К82	Кричевский, Михаил Лейзерович (проф.). Интеллектуальный анализ данных в менеджменте : учебное пособие / М. Л. Кричевский ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2005. - 207 с. : рис. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 5-8088- 0143-5 : Б. ц. - Текст : непосредственный.	66
51 К 74	Кофман, А. Введение в теорию нечетких множеств / А. Кофман ; пер. : В. Б. Кузьмин ; ред. : С. И. Травкин. - М. : Радио и связь, 1982. - 432 с. : рис. - Библиогр.: с. 400 - 423. - Имен. указ.: с. 428. - Предм. указ.: с. 428 - 430. - 2.60 р. - Текст : непосредственный.	5
51 Н 59	Нечеткая логика и нечеткое управление : методические указания для выполнения лабораторных работ / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. М. В. Бураков. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 65 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 65 (9 назв.). - Б. ц. - Текст : непосредственный.	5
https://urait.ru/book/intellektualnye-sistemy-nechetkie-sistemy-i-seti-424887	Горбаченко В. И., Ахметов Б. С., Кузнецова О. Ю. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ: НЕЧЕТКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ: Учебное пособие для вузов М.:Издательство Юрайт, 2018	
https://bibli-online.ru/book/586682D1-5B79-45AE-B2A6-98927EB81323	Назаров Д.М., Конышева Л.К. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ: ОСНОВЫ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ 2-е изд., испр. и доп. Учебное пособие для академического бакалавриата: Гриф УМО ВО М.:Издательство Юрайт, 2018	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://www.exponenta.ru	Образовательный математический сайт
https://portal.edu.asu.ru/course/view.php?id=5828	Нечёткая логика и её приложения

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты; Задачи.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
-------	---	----------------

1	Интуиционистские, многозначные, нечёткие, модальные логики. Нечёткая информация и выводы. Нечёткие множества. Основные характеристики нечётких множеств. Функции принадлежности нечётких множеств и методы их построения. Операции над нечёткими множествами.	ПК-1.3.1
2	Логические, алгебраические операции. Нечёткая и лингвистическая переменные. Нечёткие числа. Нечёткие выводы. Алгоритмы Mamdani, Tsukamoto, Sugeno, Larsen. / Упрощённый алгоритм нечёткого вывода. Методы приведения к чёткости. Эффективность систем принятия решений, использующих методы нечёткой логики.	ПК-4.3.1
3	Определение нечёткого множества и функции принадлежности. Характеристики нечётких множеств: высота, нормальность, унимодальность, конечность. Способы задания нечётких множеств. Примеры. Определение равенства и включения нечётких множеств. Определение операций \cup , \cap , дополнения для нечётких множеств. Перечислить свойства операций и доказать их. Треугольная норма и треугольная конорма. Привести примеры с проверкой свойств.	ПК-12.3.2
4	Дать определение алгебраическим операциям $+$, $*$. Сформулировать и доказать их свойства. Дать определение следующих операций над нечёткими множествами: возведение в степень, умножение на число, выпуклая комбинация, декартово произведение, оператор увеличения нечёткости. Чёткое множество уровня α . Теорема о декомпозиции. Расстояние между нечёткими множествами. Определение нечёткого отношения, способы задания. Примеры.	ПК-12.У.1

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	<ol style="list-style-type: none"> Определение нечёткого множества и функции принадлежности. Характеристики нечётких множеств: высота, нормальность, унимодальность, конечность. Способы задания нечётких множеств. Примеры. На множестве $E = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$ задать нечёткое подмножество «несколько» и охарактеризовать его (высота, нормальность, унимодальность, конечность). 	

	<p>1. Определение равенства и включения нечётких множеств. Определение операций \cup, \cap, дополнения для нечётких множеств. Перечислить свойства операций и доказать их.</p> <p>2. Определить отношение равенства (неравенства) и включения между нечёткими множествами</p> $A = 0,4/x_1 + 0,2/x_2 + 0/x_3 + 1/x_4 \text{ и}$ $B = 0,7/x_1 + 0,9/x_2 + 0,1/x_3 + 1/x_4.$ <p>Найти нечёткие множества \bar{A}, \bar{B}, $A \cap B$, $A \cup B$, $A \setminus B$, $A \oplus B = (A \setminus B) \cup (B \setminus A)$.</p> <p>1. Треугольная норма и треугольная конорма. Привести примеры с проверкой свойств.</p> <p>2. Проверить, является ли отображение $S(\mu_A, \mu_B) = \min(1, \sqrt{\mu_A^2 + \mu_B^2})$ треугольной конормой.</p> <p>1. Дать определение алгебраическим операциям $+$, $*$. Сформулировать и доказать их свойства.</p> <p>2. Проверить выполнение свойства $A + (B \cap C) = (A + B) \cap (A + C)$ для произвольных нечётких множеств A, B, C.</p> <p>1. Дать определение следующих операций над нечёткими множествами: возведение в степень, умножение на число, выпуклая комбинация, декартово произведение, оператор увеличения нечёткости. Чёткое множество уровня α. Теорема о декомпозиции. Расстояние между нечёткими множествами.</p> <p>2. Применить оператор увеличения нечёткости ϕ с ядром $K(1), K(2), K(3), K(4)$ к нечёткому множеству $A = 0,3/x_1 + 0,2/x_2 + 1/x_3 + 0/x_4$, если</p> $K(1) = 1/x_1 + 0,2/x_2 + 0,6/x_3 + 1/x_4,$ $K(2) = 0,2/x_1 + 0,3/x_2 + 0,9/x_3 + 0/x_4,$ $K(3) = 0,7/x_1 + 0,2/x_2 + 0,8/x_3 + 1/x_4,$ $K(4) = 0,1/x_1 + 0,9/x_2 + 0/x_3 + 0/x_4.$	
--	---	--

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в

локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

Раздел 1. Теория нечетких множеств
Раздел 2. Нечеткие отношения и нечеткие графы
Раздел 3. Теория нечеткой логики
Раздел 4. Алгоритмы нечёткой логики. Пакет Fuzzy Logic Toolbox

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;

- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Требуется оценить финансовую состоятельность клиентов со стороны банков при выдаче долгосрочных кредитов (ссуд) на строительство недвижимости под залог.

Суть рассматриваемой задачи заключается в следующем. При выдаче долгосрочных кредитов на строительство зданий или коттеджей под залог недвижимости для оценки состоятельности клиентов банками традиционно используется метод экспертных оценок. При этом целью банков является получение максимальной прибыли от заключенных сделок по предоставлению кредитов и исключение возможности финансовых потерь. Поэтому интересы банков сосредоточены, с одной стороны, на увеличении количества успешных сделок, а с другой стороны, на избежании неудачных сделок, когда клиент не возвращает кредит или возвращает его не вовремя.

Традиционно основанием для принятия решений по предоставлению кредитов в будущем служит опыт успешных сделок, совершенных в прошлом.

Анализ стратегии предоставления кредитов на строительство зданий показывает, что для оценивания финансовой состоятельности клиентов могут быть использованы различные характеристики, такие как месторасположение строящегося здания (location) (непрестижное, престижное, очень престижное), качество предполагаемого выполнения отделочных работ (workmanship) (плохое, хорошее, прекрасное), оценка активов потенциального клиента (asset) (низкие, средние, высокие), оценка дохода клиента за вычетом фиксированных расходов (income) (низкий, средний, высокий).

При этом собственно финансовая состоятельность клиента оценивается его кредитоспособностью (credit) (очень низкая, низкая, средняя, высокая, очень высокая).

При построении нечеткой модели оценки финансовой состоятельности потенциальных клиентов было сделано предположение о том, что все рассматриваемые переменные измеряются в баллах в интервале действительных чисел от 0 до 10. При этом самой низкой оценкой значения каждой из переменных является 0, а самой высокой 10.

Анализ предоставления кредитов на строительство зданий показывает, что для анализа финансовой состоятельности потенциальных клиентов руководство банков применяет следующие эвристические правила:

1. Если величина дохода низкая и величина выплат средняя, то кредитоспособность очень низкая.
2. Если величина дохода низкая и величина выплат высокая, то кредитоспособность очень низкая.
3. Если величина дохода средняя и величина выплат высокая, то кредитоспособность очень низкая.
4. Если активы низкие и величина дохода низкая, то кредитоспособность очень низкая.
5. Если активы низкие и величина дохода средняя, то кредитоспособность очень низкая.
6. Если активы средние и величина дохода низкая, то кредитоспособность очень низкая.

- [illegible]

33. Если местоположение престижное, качество отделки хорошее, активы средние и величина дохода высокая, то кредитоспособность высокая.
34. Если местоположение очень престижное, качество отделки хорошее, активы средние и величина дохода высокая, то кредитоспособность высокая.
35. Если местоположение непрестижное, качество отделки хорошее, активы высокие и величина дохода высокая, то кредитоспособность высокая.
36. Если местоположение непрестижное. качество отделки прекрасное, активы высокие и величина дохода высокая, то кредитоспособность высокая.
37. Если местоположение престижное, качество отделки хорошее, активы высокие и величина дохода высокая, то кредитоспособность высокая.
38. Если местоположение очень престижное, качество отделки хорошее, активы высокие и величина дохода высокая, то кредитоспособность высокая.
39. Если местоположение престижное, качество отделки прекрасное, то кредитоспособность высокая.
40. Если местоположение очень престижное, качество отделки прекрасное, то кредитоспособность высокая.

Требуется построить нечёткую модель задачи в форме соответствующей системы нечеткого вывода. Для этой цели воспользоваться рассмотренными ранее графическими средствами пакета Fuzzy Logic Toolbox системы MATLAB.

Вариант 0

Использовать правила

4	5	10	11	27	28	31	32
---	---	----	----	----	----	----	----

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ

Вариант 1

Написать программу, которая выводит на экран графики функций принадлежности

нечётких множеств A — низкий рост, B — средний рост, C — высокий рост, D — баскетбольный рост, а также нечётких множеств «A или B» и «C и D». Для создания графиков функций использовать стандартную функцию **trimf** из пакета sciFLT.

Вариант 2

Написать программу, которая выводит на экран графики функций принадлежности нечётких множеств A — лёгкий вес, B — средний вес, C — тяжёлый вес, D — супертяжёлый вес. Для создания графиков функций использовать стандартную функцию **trapmf** из пакета sciFLT.

Вариант 3

Написать программу, которая выводит на экран графики функций принадлежности нечётких множеств A — низкий, B — средний, C — высокий, D — очень высокий уровень ежемесячного дохода, а также нечётких множеств «A или B» и «C и D». Для создания графиков функций использовать стандартную функцию **gaussmf**, **gauss2mf** из пакета sciFLT.

Вариант 4

Написать программу, которая выводит на экран графики функций принадлежности нечётких множеств A — низкая, B — средняя, C — высокая, D — бешеная скорость автомобиля, а также нечётких множеств «A или B» и «C и D». Для создания графиков функций использовать стандартную функцию **gbellmf** из пакета sciFLT.

Вариант 5

Написать программу, которая выводит на экран графики функций принадлежности нечётких множеств A — маленький, B — средний, C — большой, D — необъятный объём оперативной памяти компьютера, а также нечётких множеств «A или B» и «C и D». Для создания графиков функций использовать стандартную функцию **sigmf**, **dsigmf**, **psigmf** из пакета sciFLT.

Вариант 6

Написать программу, которая выводит на экран графики функций принадлежности нечётких множеств A — низкая, B — средняя, C — высокая, D — баснословная стоимость автомобиля, а также нечётких множеств «A или B» и «C и D». Для создания графиков функций использовать стандартную функцию **zmf**, **smf**, **pimf** из пакета sciFLT.

Вариант 7

Написать программу, которая выводит на экран графики функций принадлежности нечётких множеств A — низкая B — средняя, C — высокая, D — нестерпимо высокая температура воздуха, а также нечётких множеств «A или B» и «C и D». Для создания графиков функций использовать стандартную функцию **trimf** из пакета sciFLT.

Вариант 8

Написать программу, которая выводит на экран графики функций принадлежности нечётких множеств A — юный, B — молодой, C — средний, D — пожилой возраст, а также нечётких множеств «A или B» и «C и D». Для создания графиков функций использовать стандартную функцию **trapmf** из пакета sciFLT.

Вариант 9

Написать программу, которая выводит на экран графики функций принадлежности

нечётких множеств А — малая, В — средняя, С — значительная, D — рекордная продолжительность полёта самолёта, а также нечётких множеств «А или В» и «С и D». Для создания графиков функций использовать стандартную функцию **gaussmf**, **gauss2mf** из пакета sciFLT.

Вариант 10

Написать программу, которая выводит на экран графики функций принадлежности нечётких множеств А — дешёвый, В — средней стоимости, С — дорогой, D — нереально дорогой смартфон, а также нечётких множеств «А или В» и «С и D». Для создания графиков функций использовать стандартную функцию **gbellmf** из пакета sciFLT.

Вариант 11

Написать программу, которая выводит на экран графики функций принадлежности нечётких множеств А — малая, В — средняя, С — значительная, D — межконтинентальная дальность полёта, а также нечётких множеств «А или В» и «С и D». Для создания графиков функций использовать стандартную функцию **sigmf**, **dsigmf**, **psigmf** из пакета sciFLT.

Вариант 12

Написать программу, которая выводит на экран графики функций принадлежности нечётких множеств А — низкая, В — средняя, С — высокая, D — супервысокая ёмкость модуля флэш-памяти, а также нечётких множеств «А или В» и «С и D». Для создания графиков функций использовать стандартную функцию **zmf**, **smf**, **pimf** из пакета sciFLT.

Вариант 13

Написать программу, которая выводит на экран графики функций принадлежности нечётких множеств А — низкие, В — разумные, С — высокие, D — очень высокие каблуки на туфлях, а также нечётких множеств «А или В» и «С и D». Для создания графиков функций использовать стандартную функцию **trimf** из пакета sciFLT.

Вариант 14

Написать программу, которая выводит на экран графики функций принадлежности нечётких множеств А — короткий, В — средней длительности, С — длинный, D — бесконечный сериал, а также нечётких множеств «А или В» и «С и D». Для создания графиков функций использовать стандартную функцию **trapmf** из пакета sciFLT.

Вариант 15

Написать программу, которая выводит на экран графики функций принадлежности нечётких множеств А — дешёвая, В — средней стоимости, С — дорогая, D — элитная квартира в Барнауле, а также нечётких множеств «А или В» и «С и D». Для создания графиков функций использовать стандартную функцию **gaussmf**, **gauss2mf** из пакета sciFLT.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

ВОПРОСЫ КОЛЛОКВИУМА

1. Определение нечёткого множества и функции принадлежности. Характеристики нечётких множеств: высота, нормальность, унимодальность, конечность. Способы задания нечётких множеств. Примеры.
2. Определение равенства и включения нечётких множеств. Определение операций \cup , \cap , дополнения для нечётких множеств. Перечислить свойства операций и доказать их.
3. Треугольная норма и треугольная конорма. Привести примеры с проверкой свойств.
4. Дать определение алгебраическим операциям $+$, $*$. Сформулировать и доказать их свойства.
5. Дать определение следующих операций над нечёткими множествами: возведение в степень, умножение на число, выпуклая комбинация, декартово произведение, оператор увеличения нечёткости. Чёткое множество уровня α . Теорема о декомпозиции. Расстояние между нечёткими множествами.
6. Определение нечёткого отношения, способы задания. Примеры.
7. Операции с нечёткими отношениями: обратное нечёткое бинарное отношение, композиции нечётких бинарных отношений, проекции нечётких бинарных отношений. Примеры.

Свойства нечёткого бинарного отношения, заданного на множестве X (рефлексивность, симметричность, антисимметричность, транзитивность, полнота, отношение эквивалентности, частичный порядок, линейный порядок). Примеры.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой