

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Факультет физико-технический
Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий



УТВЕРЖДАЮ
проректор

«29» марта 2024 г.

П.А. Машаров

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «УСТРОЙСТВА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ»

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа магистратуры
Направление подготовки	03.04.03 Радиофизика
Магистерская программа	Радиофизика
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «**Устройства нечеткой логики**» для обучающихся по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика (Магистерская программа: Радиофизика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерством науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020г. № 918(с изм. и доп.). Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.


Разработчик:

Доцент
кафедры радиофизики
и инфокоммуникационных технологий

 И.И. Худяков

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий
Протокол от 26.03.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой

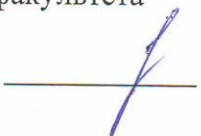
 В.В. Данилов

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического факультета
28.03.2024 г.

 С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета
Протокол от 27.03.2024 г. № 2
Председатель

 В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной образовательной программы
д-р тех. наук, проф.
26.03.2024 г.

 В.В. Данилов

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: Теория информации, Теория вероятности и математическая статистика, История и философия науки.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Методология и методы научных исследований, используются при написании магистерской диссертации.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.04.03 Радиофизика (Магистерская программа: Радиофизика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ОД.9. Устройства нечеткой логики
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор вуза
Количество зачетных единиц / всего часов	2,5 / 90

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная, всего	1	2	15	30	15	30	90	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Ознакомление студентов с теоретическими и алгоритмическими основами базовых разделов теории нечетких множеств и нечеткой логики освоение работы нечеткого контроллера.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Компетенции

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-1. Обладает достаточными знаниями в области математических, физических наук и основ программирования, необходимых при проведении научно-исследовательских работ по профилю подготовки.	ПК-1.1. Обладает достаточными знаниями в области математических наук, необходимых при проведении научно-исследовательских работ по профилю подготовки.	ПК-1.1.1. Знает основы теории нечетких множеств и нечеткой логики. ПК-1.1.2. Знает и умеет использовать теоретические основы и прикладные средства теории нечетких множеств и нечеткой логики. ПК-1.1.3. Умеет построить нечеткий процессор.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
1. Основы теории нечетких множеств.	Нечеткие множества. Функция принадлежности. Лингвистические переменные. Терм-множество. Дефагификация нечеткого множества
2. Лингвистические переменные.	Высота нечеткого множества. Нормальные нечеткие множества. Нормализация. Носитель нечетко множества.
3. Дефагификация нечеткого множества.	Методы дефагификации, их геометрическая интерпретация. Нечеткая база знаний.
4. Дополнение, пересечение, объединение нечетких множеств. Обобщенные определения операций: t-норма и s-норма.	Пустое нечеткое множество. Ядро нечеткого множества. Альфа-сечение нечеткого множества. Выпуклые нечеткие множества. Равенство нечетких множеств.
5. Нечеткие числа. Положительные и отрицательные нечеткие числа.	Принцип обобщения. Алгоритм компьютерно-ориентированной реализации принципа нечеткого обобщения.
6. Способы расчета значений четких алгебраических функций от нечетких аргументов с использованием принципа обобщения.	Правила выполнения арифметических операций для положительных нечетких чисел.
7. Нечеткие отношения на дискретных и непрерывных множествах, способы их задания. Носитель нечеткого отношения.	Альфа-сечение нечеткого отношения. Рефлексивность, антирефлексивность, симметричность, асимметричность нечетких отношений. Обратные нечеткие отношения.
8. Пересечение, объединение, дополнение, произведение нечетких отношений. Транзитивное замыкание нечеткого отношения.	Пересечение, объединение, дополнение, произведение нечетких отношений. Транзитивное замыкание нечеткого отношения.
9. Правила расчета функций принадлежности Лингвистическая переменная «истинность» по Заде, по Балдвину. Задание нечеткой истинности.	Нечеткая база знаний. Посылка и заключение правила. Задание многомерных зависимостей «входы-выходы». Весовые коэффициенты.
10. Нечеткие логические операции И, ИЛИ, НЕ, импликация. Табличная форма представления нечетких логических операций для ограниченного количества истинностных значений.	Основная идея. Использование лингвистических переменных. Основная структура и принцип работы системы нечеткой логики.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 1, семестр – 2

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Тема 1	2	3	2	3	10
Тема 2	1	3	1	3	8
Тема 3	1	3	1	3	8
Тема 4	2	3	2	3	10

Тема 5	1	3	1	3	8
Тема 6	2	3	2	3	10
Тема 7	2	3	2	3	10
Тема 8	2	3	2	3	10
Тема 9	1	3	1	3	8
Тема 10	1	3	1	3	8
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	15	30	15	30	90

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

1. Что такое нечеткая логика?
2. Операции с нечеткими множествами.
3. Нечеткое управление.
4. Контроллеры нечеткой логики.
5. Использование нечеткого управления.
6. Носитель нечеткого отношения.
7. Правила расчета функций принадлежности.
8. Лингвистические переменные.
9. Нечеткая истинность.
10. Нечеткие логические операции.
11. Нечеткий логический вывод Мамдани.
12. Нечеткий логический вывод Сугено.
13. Нечеткая база знаний.
14. Транзитивное замыкание нечеткого отношения.

7.2. Темы рефератов

1. Функция принадлежности.
2. Лингвистические переменные.
3. Методы дефазификации нечетких множеств.
4. Нечеткая база знаний.
5. Нечеткий логический вывод.
6. Высота нечеткого множества.
7. Ядро нечеткого множества.
8. Альфа-сечение нечеткого множества.
9. Выпуклые нечеткие множества.
10. Равенство нечетких множеств.
11. Дополнение, пересечение, объединение нечетких множеств.
12. Обобщенные определения операций: t-норма.
13. Обобщенные определения операций: s-норма.
14. Нечеткие числа.
15. Алгоритм компьютерно-ориентированной реализации принципа нечеткого обобщения.
16. Принцип обобщения Заде.
17. Альфа-уровневый принцип обобщения.
18. Правила выполнения арифметических операций для положительных нечетких чисел.
19. Нечеткие отношения на дискретных множествах.
20. Нечеткие отношения на непрерывных множествах.
21. Альфа-сечение нечеткого отношения.
22. Рефлексивность, антирефлексивность нечетких отношений.

23. Симметричность, асимметричность нечетких отношений.
24. Обратные нечеткие отношения.
25. Пересечение, объединение нечетких отношений.
26. Дополнение, произведение нечетких отношений.
27. Транзитивное замыкание нечеткого отношения.
28. Правила расчета функций принадлежности.
29. Лингвистическая переменная «истинность» по Заде.
30. Лингвистическая переменная «истинность» по Балдвину.
31. Задание нечеткой истинности.

7.3. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Донецкий государственный университет

Физико-технический факультет

Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий

Программа высшего
образования

Программа магистратуры

Направление подготовки

03.04.03 Радиофизика

Профиль подготовки

Радиофизика

Форма обучения

Очная

Семестр

Второй

Дисциплина

Устройства нечеткой логики

Экзаменационный билет № 1

1. Нечеткое управление.
2. Лингвистические переменные.
3. Нечеткий логический вывод Сугено.

Утверждено на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий,
протокол № __ от __. __.202__ г.

Заведующий кафедрой

В.В. Данилов

Экзаменатор

И.И. Худяков

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Семестр 1

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-8	Организационно-учебная работа обучающегося в аудитории	20
	Самостоятельная работа	20
	Модульная контрольная работа	20
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6). Для проведения лекционных и практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для проведения лабораторных занятий требуется оборудованная персональными компьютерами аудитория.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.405).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Худяков И.И. Основные положения нечеткой логики : учебно-методическое пособие/ И.И.Худяков ; ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк : ДОННУ, 2019. – Текст: электронный.

2. Построение нечетких контроллеров : учебное пособие / И.И.Худяков ; ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк : ДОННУ, 2019. – Текст: электронный.

11.2. Дополнительная литература

1. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях.- В кн.: Вопросы анализа и процедуры принятия решений.- М.:Мир, 1976. - С. 172-215.

2. Каргин, А. А. Введение в интеллектуальные машины [Текст]. Кн. 1 : Интеллектуальные регуляторы / А. А. Каргин ; Донецкий нац. ун-т. - Донецк : ДонНУ : Норд-Пресс, 2010. - 526 с.

3. Яхьяева, Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети : учеб. пособие / Г. Э. Яхьяева. - М. : Интернет-ун-т информ. технологий : Бином. Лаб. знаний, 2006. - 316 с.

4. Основы современных методов прикладного нечеткого моделирования : учебно-методическое пособие / В. И. Сторожев, С. В. Сторожев, Д. В. Устинов, Н. В. Устинова ; Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донецкий национальный университет", Кафедра теории упругости и вычислительной математики. - 2-е изд. - Донецк : ДонГУ, 2019. - 86 с.

5. Козлов, В. Н. Системный анализ, оптимизация и принятие решений : учебное пособие / В. Н. Козлов ; Санкт-Петербургский гос. политехн. ун-т. - Москва : Проспект, 2014. - 173 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.

2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).