

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 26.11.2024 14:26:37  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Организация и программирова-  
ние интеллектуальных систем»



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»  
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)**

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА»**

для подготовки бакалавров

по направлению

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

по профилю

«Организация и программирование интеллектуальных систем»

Санкт-Петербург

2024

## **ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Разработчики:

доцент, к.ф.-м.н. Басков О.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АМ  
15.01.2024, протокол № 6

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФКТИ, 24.01.2024, протокол № 1

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## **1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	АМ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	4
Семестр	8

## Виды занятий

Лекции (академ. часов)	16
Практические занятия (академ. часов)	16
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	33
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	75
Всего (академ. часов)	120

## Вид промежуточной аттестации

Лифф зачет (курс) 1

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА»**

Дается обзор неклассических логик. Особое внимание уделяется нечеткой логике и лежащей в ее основе теории нечетких множеств. Рассматриваются свойства и операции с нечеткими множествами, нечеткими отношениями, нечеткими числами. Разбираются алгоритмы нечеткого вывода, с помощью которых решаются прикладные задачи.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«FUZZY LOGIC»**

The course reviews nonclassical logics. Special attention is given to fuzzy logic and fuzzy set theory. Properties and operations with fuzzy sets, fuzzy relations and fuzzy numbers are considered. Algorithms of fuzzy inference are discussed and used to solve applied problems.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Основной целью освоения данной дисциплины является формирование у обучающихся знаний о неклассических логиках, умений применять их для описания и решения различных задач, навыков использования Fuzzy logic toolbox для реализации систем, использующих нечеткую логику.
2. Задача курса заключается в ознакомлении обучающихся с основными неклассическими логиками, выработке умения применять их для решения задач, формировании навыков работы в Fuzzy logic toolbox.
3. Обучающиеся приобретут знания о неклассических логиках, теории нечетких множеств.
4. Обучающиеся приобретут умения использовать символику неклассических логик, применять их в различных задачах.
5. Обучающиеся получат навыки решения задач в различных логиках, работы с пакетом Fuzzy logic toolbox.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математическая логика и теория алгоритмов»
2. «Основы компьютерного зрения»
3. «Прикладные математические алгоритмы»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

### **3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ПК-0	Способен разрабатывать информационные модели и применять их для решения задач профессиональной деятельности
ПК-0.3	<i>Применяет информационные модели для решения задач профессиональной деятельности</i>

## **4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1 Содержание разделов дисциплины**

#### **4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Лек, ач</b>	<b>Пр, ач</b>	<b>ИКР, ач</b>	<b>СР, ач</b>
1	Обзор неклассических логик	6	6		15
2	Теория нечетких множеств	6	4		15
3	Нечеткая логика	4	6	1	45
	Итого, ач	16	16	1	75
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе				108/3

#### **4.1.2 Содержание**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
1	Обзор неклассических логик	Интуиционистская, модальная, многозначная логики: основные понятия и особенности.
2	Теория нечетких множеств	Нечеткое множество, нечеткое отношение, нечеткие числа: определения, свойства, операции над ними.
3	Нечеткая логика	Нечеткие и лингвистические переменные; алгоритмы нечеткого вывода (Мамдани, Сугено) и работа с ними в Fuzzy logic toolbox.

### **4.2 Перечень лабораторных работ**

Лабораторные работы не предусмотрены.

### **4.3 Перечень практических занятий**

<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
1. Неклассические логики	6
2. Теория нечетких множеств	4
3. Нечеткая логика	6
Итого	16

#### **4.4 Курсовое проектирование**

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

#### **4.5 Реферат**

Реферат не предусмотрен.

#### **4.6 Индивидуальное домашнее задание**

В качестве ИДЗ обучающиеся выполняют проект по реализации системы принятия решения на основе алгоритма нечеткого вывода. Ставится задача управления каким-либо объектом или принятия некоторого решения на основе нечеткой информации. Для защиты проекта необходимо подготовить:

1. систему нечеткого вывода в пакете Fuzzy logic toolbox в MATLAB или scilab или реализованную самостоятельно на любом удобном языке программирования;
2. письменный отчет в электронной форме;
3. презентацию для устного доклада, в которой необходимо описать постановку задачи, кратко рассказать процесс ее решения и продемонстрировать полученные результаты.

Отчет должен быть оформлен в соответствии с требованиями к студенческим работам, принятым в СПбГЭТУ и содержать следующие разделы: введение, постановка задачи, описание системы, результаты, заключение, список литературы (1-5 наименований). Объем отчета должен составлять от 10 до 30 стр.

Отчет отправляется на электронную почту преподавателя. После проверки отчета обучающийся допускается к защите. Защита проекта заключается в устном выступлении с докладом по подготовленной презентации.

Примеры тем проектов:

1. Нечеткая система управления контейнерным краном.
2. Нечеткая система принятия решения о выдаче кредита.

#### **4.7 Доклад**

По результатам ИДЗ обучающийся выступает с докладом по подготовленной презентации. Доклад должен занимать 7-10 минут и описывать постановку задачи, логику ее решения и полученные результаты. Презентация может содержать от 5 до 30 слайдов. Обучающийся должен быть готов ответить на вопросы по теме проекта и при необходимости продемонстрировать работу системы нечеткого вывода на компьютере.

#### **4.8 Кейс**

Кейс не предусмотрен.

#### **4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	10
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	5
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	20
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	5
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	5
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференциированному зачету, экзамену	30
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>75</b>

## **5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

<b>№ п/п</b>	<b>Название, библиографическое описание</b>	<b>К-во экз. в библ.</b>
Основная литература		
1	Леоненков, Александр В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH [Текст] : руководство / А.В. Леоненков, 2003. -719 с.	5
Дополнительная литература		
1	Кофман, Арнольд. Введение в теорию нечетких множеств [Текст] / А. Кофман, 1982. -431, [1] с.	8

### **5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины**

<b>№ п/п</b>	<b>Электронный адрес</b>
1	Материалы по MATLAB <a href="https://matlab.exponenta.ru">https://matlab.exponenta.ru</a>

### **5.3 Адрес сайта курса**

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=21729>

## **6 Критерии оценивания и оценочные материалы**

### **6.1 Критерии оценивания**

Для дисциплины «Нечеткая логика» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

#### **Зачет с оценкой**

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

## **Особенности допуска**

Для допуска к дифф. зачету необходимо защитить индивидуальный проект по реализации системы принятия решений с использованием алгоритмов нечеткого вывода (подготовить доклад и презентацию) и выполнить контрольную работу.

## **6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **Вопросы к дифф.зачету**

<b>№ п/п</b>	<b>Описание</b>
1	Интуиционистская логика: основные понятия, семантика Колмогорова -Брауэра - Гейtingа
2	Логические матрицы и оценки
3	Модели Кripке интуиционистской логики
4	Модальная логика: основные понятия
5	Модели Кripке модальной логики
6	Многозначная логика
7	Нечеткие множества: определение и свойства
8	Основные типы функций принадлежности
9	Операции над нечеткими множествами
10	Нечеткие отношения: определение и свойства
11	Операции над нечеткими отношениями
12	Нечеткие числа: определение, основные типы, операции над ними
13	Принцип расширения Заде
14	Нечеткие и лингвистические переменные
15	Алгоритм Мамдани
16	Алгоритм Сугено
17	Алгоритм Ларсена
18	Алгоритм Цукамото
19	Упрощенный алгоритм нечеткого вывода
20	Нисходящие нечеткие выводы

### **Форма билета**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический

## БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Нечеткая логика ФКТИ**

1. Алгоритм Мамдани.
2. Пользуясь принципом расширения Заде, вычислить произведение нечетких треугольных чисел  $\langle 2; 3, 1 \rangle$  и  $\langle 5; 1, 3 \rangle$ .

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

И.И. Иванов

**Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ**

### **№ 1 Тема: Теория нечетких множеств**

1. Нечеткое множество  $A$  над множеством  $R$  задано функцией принадлежности  $\frac{1}{1+x^2}$ . Является ли оно (а) нормальным; (б) выпуклым; (в) унимодальным?

2. Нечеткое отношение  $P$  задано матрицей 
$$\begin{pmatrix} 1 & 0.2 & 0.3 \\ 0.1 & 1 & 0.8 \\ 0.2 & 0.8 & 1 \end{pmatrix}$$
. Вычислить max-min композицию  $P \circ P$ .

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

### **6.3 График текущего контроля успеваемости**

<b>Неделя</b>	<b>Темы занятий</b>	<b>Вид контроля</b>
8	Теория нечетких множеств	
9		Контрольная работа
15	Нечеткая логика	
16		Доклад / Презентация

### **6.4 Методика текущего контроля**

Текущий контроль на лекционных занятиях включает в себя контроль посещаемости (не менее 80% занятий).

Текущий контроль на практических занятиях включает в себя контрольные (проверочные) работы, ИДЗ и защиту проекта.

Контрольные (проверочные) работы оцениваются, исходя из количества верно выполненных заданий:

оценка "отлично" ставится за 90-100% верно решенных заданий,

оценка "хорошо" - за 70-89% верно решенных заданий,

оценка "удовлетворительно" - за 50-69% верно решенных заданий;

оценка "неудовлетворительно" - решено 49% или менее заданий, либо решение отсутствует.

Проект оценивается следующим образом:

оценка "отлично" ставится, если поставленная задача полностью решена, отсутствуют ошибки, студент правильно отвечает на вопросы по проекту, демонстрирует понимание работы алгоритмов нечеткого вывода;

оценка "хорошо" ставится при наличии небольших ошибок, в целом не оказывающих серьезного влияния на результаты;

оценка "удовлетворительно" ставится, если в решении или ответах на вопросы имеются существенные недочеты или ошибки;

оценка "неудовлетворительно" ставится, если задача не решена.

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

<b>Тип занятий</b>	<b>Тип помещения</b>	<b>Требования к помещению</b>	<b>Требования к программному обеспечению</b>
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска, экран, проектор с возможностью подключения ноутбука преподавателя	MATLAB или scilab с Fuzzy logic toolbox
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска, экран, проектор с возможностью подключения ноутбука преподавателя, компьютеры	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше; 3) MATLAB или scilab с Fuzzy logic toolbox
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше; 3) MATLAB или scilab с Fuzzy logic toolbox

## **8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

## **ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата</b>	<b>Изменение</b>	<b>Дата и номер протокола заседания УМК</b>	<b>Автор</b>	<b>Начальник ОМОЛА</b>