

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 12.10.2026 17:00:48

Уникальный идентификатор:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

«Информационных технологий»



 / Д.Г. Демидов /

« 26 » февраль 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Нечеткое моделирование**

Направление подготовки

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль подготовки (образовательная программа)

«Программирование электронных устройств и систем»

Год начала обучения:

2026

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Москва – 2026

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана Московского политехнического университета по направлению (специальности) 09.03.01 Информатики и вычислительная техника, по профилю подготовки Программирование электронных устройств и систем.

Разработчик(и):

к. ф.-м. н., доцент кафедры



/ Т.Т. Идиатуллин /

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«СМАРТ-технологии»,
к.т.н., доцент



/ Е.В. Петрунина /

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Структура и содержание дисциплины
 - 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
 - 3.2 Тематический план изучения дисциплины (по формам обучения)
 - 3.3 Содержание дисциплины
 - 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий
 - 3.5 Тематика вопросов для самостоятельного изучения
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение
 - 4.1 Нормативные документы и ГОСТы
 - 4.2. Основная литература
 - 4.3 Дополнительная литература
 - 4.4 Электронные образовательные ресурсы
 - 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение
 - 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы
5. Материально-техническое обеспечение
6. Методические рекомендации
 - 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения
 - 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
 - 6.3 Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
7. Фонд оценочных средств
 - 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения
 - 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения
- Приложение 1
- Приложение 2

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нечеткое моделирование» относится к числу профессиональных учебных дисциплин базового цикла (Б1.2) части, формируемой участниками образовательных отношений основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Программирование электронных устройств и систем».

Изучение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные в предшествующих дисциплинах: «Искусственные нейронные сети», «Базы данных», «Технологии программирования инженерных систем».

Дисциплина обеспечивает изучение дисциплины «Системы искусственного интеллекта», а также выполнение курсовых работ и выпускной квалификационной работы.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, т.е. 72 академических часа, из них аудиторных — 36 часов, самостоятельная работа обучающихся — 36 часов. Форма промежуточной аттестации — зачет в 6 семестре.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по очной форме обучения)

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр 6
1	Аудиторные занятия	36	36
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18
1.3	Лабораторные занятия	36	36

2	Самостоятельная работа	—	—
3	Промежуточная аттестация	зачет	зачет
	Итого:	72	72

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по очной форме обучения)

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Всего, час.	Лекции	Лаборат орные занятия	Самос стоятел ьная работа
1	Тема 1. Введение в нечеткие множества и нечеткую логику	12	3	3	6
2	Тема 2. Операции над нечеткими множествами. Нечеткие отношения	12	3	3	6
3	Тема 3. Нечеткий логический вывод. Алгоритмы Мамдани и Сугено	12	3	3	6
4	Тема 4. Нечеткие регуляторы и системы управления	12	3	3	6
5	Тема 5. Нечеткая кластеризация и классификация данных	12	3	3	6
6	Тема 6. Применение нечеткого моделирования в системах умных пространств	12	3	3	6
	Итого	72	18	18	36

3.3 Содержание дисциплины

3.3.1 Содержание лекционных занятий (18 часов)

Тема 1. Введение в нечеткие множества и нечеткую логику (3 ч)

Понятие нечеткости, ограничения классической (четкой) логики при описании реальных объектов и процессов с нечеткими границами. Понятие нечеткого множества, функция принадлежности. Способы задания функций принадлежности: треугольная, трапециевидная, гауссова. Понятие лингвистической переменной, терм-множество. Области применения нечеткого моделирования: управление, распознавание образов, поддержка принятия решений.

Тема 2. Операции над нечеткими множествами. Нечеткие отношения (3 ч)

Основные операции над нечеткими множествами: объединение, пересечение, дополнение. Треугольные нормы и конормы как обобщение операций пересечения и объединения. Понятие нечеткого отношения, операции над нечеткими отношениями. Композиция нечетких отношений, ее применение в нечетком выводе.

Тема 3. Нечеткий логический вывод. Алгоритмы Мамдани и Сугено (3 ч)

Понятие нечеткого логического вывода, этапы его выполнения: фаззификация, нечеткий вывод, дефаззификация. Алгоритм нечеткого вывода Мамдани: формирование базы нечетких правил, агрегирование, активизация, аккумуляция. Алгоритм нечеткого вывода Сугено: особенности представления заключений правил. Методы дефаззификации: центр тяжести, метод максимума.

Тема 4. Нечеткие регуляторы и системы управления (3 ч)

Структура нечеткого регулятора: блок фаззификации, база правил, блок вывода, блок дефаззификации. Проектирование нечеткого регулятора для типовой задачи управления. Сравнение нечеткого регулятора с классическим ПИД-регулятором: достоинства и ограничения. Настройка параметров нечеткого регулятора.

Тема 5. Нечеткая кластеризация и классификация данных (3 ч)

Понятие нечеткой кластеризации, отличие от четкой кластеризации. Алгоритм нечетких с-средних (Fuzzy C-Means): принцип работы, критерий останова. Применение нечеткой кластеризации для сегментации данных. Нечеткие классификаторы, их сравнение с четкими методами классификации.

Тема 6. Применение нечеткого моделирования в системах умных пространств (3 ч)

Особенности задач управления в системах умных пространств, обосновывающие применение нечеткого моделирования: неточность измерений датчиков, субъективность предпочтений пользователя. Примеры применения нечетких регуляторов: управление климатом, освещением, поливом. Интеграция нечеткой модели с программно-аппаратным комплексом устройства умного пространства. Оценка эффективности применения нечеткого подхода по сравнению с четкими алгоритмами управления.

3.3.2 Содержание лабораторных занятий (18 часов)

Лабораторное занятие № 1. Операции над нечеткими множествами и построение функций принадлежности (6 ч)

Построение функций принадлежности для заданной лингвистической переменной. Выполнение операций объединения, пересечения и дополнения над нечеткими множествами. Реализация вычислений средствами выбранного инструментального средства.

Лабораторное занятие № 2. Разработка нечеткого регулятора (Мамдани/Сугено) (6 ч)

Разработка базы нечетких правил для заданной задачи управления. Реализация нечеткого регулятора по алгоритму Мамдани или Сугено, настройка функций принадлежности входных и выходных переменных. Тестирование работы регулятора на модельных данных.

Лабораторное занятие № 3. Комплексный проект: нечеткая модель для системы умного пространства (6 ч)

Выполнение комплексного проекта по разработке нечеткой модели (регулятора или классификатора) для задачи умного пространства: постановка задачи, разработка базы правил, реализация, тестирование. Оформление отчета и защита результатов проекта.

3.3.3 Содержание самостоятельной работы обучающихся (36 часов)

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды деятельности:

- проработка конспектов лекций и изучение разделов дисциплины, вынесенных на самостоятельное изучение, по рекомендованной литературе и электронным образовательным ресурсам;
- изучение документации инструментальных средств для нечеткого моделирования;
- подготовка к выполнению и защите практических работ, оформление отчетов;
- подготовка обзора (реферата) по современным применениям нечеткого моделирования;
- выполнение индивидуального задания по разработке нечеткой модели для задачи умного пространства;
- подготовка к тестированию и к зачету.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 № 929 (ред. от 08.02.2021) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника» (Зарегистрировано в Минюсте России 10 октября 2017 г. № 48489).
3. Академический учебный план. Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника. Профиль: Программирование электронных устройств и систем. Форма обучения: очная.
4. Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» (утверждено приказом Московского Политеха от 01.12.2022 № 1375ОД).

4.2. Основная литература

1. Леоненков, А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. В. Леоненков. — Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2005. — 736 с.
2. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат. — Москва : БИНОМ, 2013. — 798 с.
3. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. — Москва : Горячая линия — Телеком, 2006. — 452 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Заде, Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. А. Заде. — Москва : Мир, 1976. — 168 с.
2. Ярушкина, Н. Г. Основы теории нечетких и гибридных систем : учебное пособие / Н. Г. Ярушкина. — Москва : Финансы и статистика, 2004. — 320 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Курс в ЛМС Московского политехнического университета. — <https://lms.mospolytech.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «Лань». — <https://e.lanbook.com/>

3. Электронно-библиотечная система «Юрайт». — <https://urait.ru/>

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Операционная система Windows 10 (или выше) — Microsoft Open License.
2. Офисные приложения Microsoft Office 2016 (или выше) — Microsoft Office 2016.
3. Дистрибутив языка программирования Python с библиотекой для нечеткого моделирования (например, scikit-fuzzy) — свободно распространяемое ПО.
4. Среда для инженерных и научных расчетов (например, Octave либо отечественный аналог) — свободно распространяемое ПО.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Информационная система «Техэксперт»: нормативно-техническая документация. — <https://cntd.ru/>
2. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. — <https://docs.cntd.ru/>

5 Материально-техническое обеспечение

Для проведения всех видов занятий необходимо презентационное оборудование (мультимедийный проектор, компьютер, экран) — 1 комплект.

Для проведения практических занятий необходимо наличие компьютерного класса, оборудованного современной вычислительной техникой из расчета одно рабочее место на одного обучающегося с доступом в сеть Интернет.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

При подготовке к занятиям следует предварительно проработать материал занятия, предусмотрев его подачу точно в отведенное для этого время занятия. Следует подготовить необходимые материалы — примеры нечетких моделей, задания для практических занятий.

Практические занятия целесообразно выстраивать по принципу постепенного усложнения: от операций над нечеткими множествами к разработке нечеткого регулятора, а затем к комплексному проекту нечеткой модели.

При проведении занятий рекомендуется использовать разбор реальных примеров применения нечеткого моделирования в системах умных пространств, чтобы обучающиеся видели практическую значимость изучаемого материала.

При проверке работ и отчетов следует учитывать не только формальное соответствие требованиям задания, но и корректность построенной нечеткой модели и обоснованность выбора ее параметров.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины осуществляется в строгом соответствии с целевой установкой в тесной взаимосвязи с учебным планом. Основой теоретической подготовки обучающихся являются лекции.

В процессе самостоятельной работы обучающиеся закрепляют и углубляют знания, полученные во время аудиторных занятий, дорабатывают конспекты лекций, изучают документацию инструментальных средств для нечеткого моделирования, готовятся к защите практических работ и к зачету, а также самостоятельно изучают отдельные темы учебной программы.

Особое внимание при подготовке следует уделять приобретению практических навыков построения функций принадлежности и разработки баз нечетких правил. Рекомендуется регулярно анализировать примеры готовых нечетких моделей с точки зрения изученных принципов нечеткого вывода.

6.3 Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом их индивидуальных потребностей и по личному заявлению обеспечивается: предоставление учебных материалов в доступных форматах, использование при необходимости специализированных технических средств обучения, увеличение продолжительности выполнения практических и контрольных работ, выбор мест прохождения практики и проведения занятий с учетом состояния здоровья обучающегося, а также иные условия, предусмотренные локальными нормативными актами университета.

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы обучающихся, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации:

- подготовка к решению прикладных задач;
- выполнение и защита практических работ, оформление отчетов;
- выполнение индивидуального задания по разработке нечеткой модели для задачи умного пространства;
- подготовка обзора (реферата) по современным применениям нечеткого моделирования;
- тест;
- зачет.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-2. Способен разрабатывать программное обеспечение с использованием современных технологий программирования

Показатель	2	3	4	5
знать: теорию нечетких множеств, алгоритмы нечеткого логического вывода	Обучающийся демонстрирует полное соответствие или отсутствие недостаточное соответствие указанных знаний	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, освещена основная, наиболее важная часть материала, допущена одна значительная ошибка или неточность	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие указанных знаний, допускаются 2–3 несущественные ошибки неточности	Обучающийся демонстрирует полное соответствие указанных знаний, свободно оперирует материалом дисциплины
уметь: разрабатывать и реализовывать нечеткие модели с использованием современных инструментальных средств	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять указанные действия	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие указанных умений, испытывает значительные затруднения при	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие указанных умений, допускает незначительные	Обучающийся демонстрирует полное соответствие указанных умений, уверенно применяет их в

		переносе умений на новые ситуации	ошибки неточности	и нестандартных ситуациях
владеть: навыками отладки, тестирования и сопровождения нечетких моделей	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет указанными навыками	Обучающийся владеет указанными навыками, но допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность навыков по ряду показателей	Обучающийся владеет указанными навыками, допускаются незначительные ошибки и затруднения при практических операциях	Обучающийся в полном объеме владеет указанными навыками, свободно оперирует приобретенными знаниями

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю), методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Шкала оценивания	Описание
зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений и навыков приведенным в таблице показателей, достаточное для успешного решения типовых задач нечеткого моделирования, при этом допускаются отдельные несущественные ошибки и неточности, не искажающие сути рассматриваемых вопросов. Все практические работы и индивидуальное задание выполнены и защищены.
не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Обучающийся демонстрирует существенные пробелы в знаниях, умениях и навыках, приведенных в таблице показателей,

	не позволяющие самостоятельно решить типовую задачу нечеткого моделирования, либо не может ответить на контрольные вопросы даже с помощью наводящих вопросов.
--	---

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Список вопросов для зачета

1. Понятие нечеткого множества, функция принадлежности.
2. Способы задания функций принадлежности: треугольная, трапецевидная, гауссова.
3. Понятие лингвистической переменной, терм-множество.
4. Основные операции над нечеткими множествами: объединение, пересечение, дополнение.
5. Треугольные нормы и конормы.
6. Понятие нечеткого отношения, композиция нечетких отношений.
7. Этапы нечеткого логического вывода: фаззификация, вывод, дефаззификация.
8. Алгоритм нечеткого вывода Мамдани.
9. Алгоритм нечеткого вывода Сугено.
10. Методы дефаззификации: центр тяжести, метод максимума.
11. Структура нечеткого регулятора.
12. Сравнение нечеткого регулятора с классическим ПИД-регулятором.
13. Понятие нечеткой кластеризации, алгоритм нечетких с-средних.
14. Нечеткие классификаторы, их сравнение с четкими методами.
15. Особенности задач управления в системах умных пространств, обосновывающие применение нечеткого моделирования.
16. Примеры применения нечетких регуляторов в устройствах умного дома.

7.3.2 Примерные темы индивидуальных заданий

- Разработка нечеткого регулятора температуры для системы умного отопления.
- Разработка нечеткого регулятора освещенности для системы умного освещения.
- Разработка нечеткой модели полива растений на основе влажности почвы.

- Разработка нечеткого классификатора для оценки качества воздуха в помещении.
- Применение нечеткой кластеризации для сегментации показаний датчиков умного дома.