

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 07.10.2023 14:53:00  
Уникальный программный ключ:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742755c180100

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета машиностроения  
/ Е. В. Сафонов /  
« 19 » 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Нечеткая логика в управлении техническими системами»**

Направление подготовки

**27.04.04 Управление в технических системах**

Образовательная программа (профиль подготовки)

**«Автономные информационные управляющие системы»**

Квалификация (степень) выпускника:

**Магистр**

Форма обучения:

**Очная**

Москва 2022

Программа дисциплины «Нечеткая логика в управлении техническими системами» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах» по профилю подготовки «Автономные информационные управляющие системы».

Программу составили:

 Б.В. Кириличев и А.В. Кузнецов – к.т.н., доценты кафедры «Автоматика и управление»

Программа дисциплины «Нечеткая логика в управлении техническими системами» по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах» и профилю подготовки «Автономные информационные управляющие системы» утверждена на заседании кафедры «Автоматика и управление»

Заведующий кафедрой  
доцент, к.т.н.



/А.В.Кузнецов/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах», профиль подготовки «Автономные информационные управляющие системы».

  
«3» 10 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения.

Председатель комиссии   
«3» 09 2022 г. Протокол: № 14-22

|                                 |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
| Присвоен регистрационный номер: | 27.04.04.02/01.2022.178 |
|---------------------------------|-------------------------|

# 1. Цели и задачи освоения дисциплины

## 1.1. Цели дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Нечеткая логика в управлении техническими системами» следует отнести:

- формирование у студентов знаний общих принципов, методов и алгоритмов, применяемых в системах управления, использующих искусственный интеллект (ИИ);
- подготовку студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению.

## 1.2. Задачи дисциплины

- Ознакомление с краткой историей возникновения и развития ИИ;
- ознакомление с основными идеями, концепциями, тенденциями развития, понятиями, теоремами, моделями и алгоритмами, относящимися к использованию ИИ в технических системах;
- изучение теоретических основ и математического описания интеллектуальных систем и их элементов;
- изучение искусственных нейронных сетей (ИНС);
- изучение структуры, характеристик и функциональных возможностей модуля FuzzyLogicToolbox программного пакета MatLab для моделирования нечетких множеств и нечеткой логики.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Нечеткая логика в управлении техническими системами» относится к числу профессиональных учебных дисциплин по выбору (Б.1.3) базового цикла (Б1) основной образовательной программы бакалавриата. Она связана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

*В базовой части Блока 1 (Б.1.1):*

- Математическое моделирование объектов и систем управления.

*В вариативной части Блока 1 (Б.1.2):*

- Системный анализ в управлении техническими системами;
- Нейронные сети в управлении техническими системами.

*В дисциплинах по выбору Блока 1 (Б.1.ДВ):*

- Компьютерные технологии управления в технических системах.

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать   | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине. Обучающийся должен   |
|-----------------|---|---|
| ОПК-8           | Способен выбирать методы и разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия, направления развития, принципы создания систем с использованием нечеткой логики (НЛ), их разновидностей и классификации;</li> <li>- принципы построения и способы применения НЛ для управления техническими объектами;</li> <li>- существующие методы и алгоритмы НЛ, применяемые в технических системах;</li> <li>- структуру, характеристики и функциональные возможности программного пакета MatLab для моделирования нечетких систем управления (СУ).</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления с применением НЛ в технических системах.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками по разработке и практическому применению методов и алгоритмов НЛ для решения задач управления в технических системах;</li> <li>- навыками по моделированию нечетких СУ в среде программного пакета MatLab</li> </ul> |

### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, т.е. 144 академических часа (из них 48 часов аудиторных занятий, 96 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Нечеткая логика в управлении техническими системами» изучаются на втором курсе. В третьем семестре выделяется 16 часов лекций, 16 часов лабораторных работ и 16 часов практических работ.

**Третий семестр:** лекции – 16 часов, лабораторные работы – 16 часов, практические работы – 16 часов, форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Нечеткая логика в управлении техническими системами» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

## **Содержание разделов дисциплины «Нечеткая логика в управлении техническими системами»**

### **Третий семестр**

#### **Введение в теорию нечетких множеств**

Предмет дисциплины и ее задачи. Структура, содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана. Понятия неопределенности, нечеткости. История развития научного направления.

#### **Основные понятия и определения теории нечетких множеств**

Понятия четкого и нечеткого множества (НМ). Основные характеристики НМ. Нормальные и субнормальные множества, процедура нормализации. Теорема о декомпозиции. Формы представления НМ. Понятие функции принадлежности НМ.

#### **Операции над нечеткими множествами**

Обобщение операций. Основные операции над нечеткими множествами. Наглядное представление операций. Алгебраические операции над нечеткими множествами. Свойства операций. Доказательство равенств и неравенств в теории нечетких множеств. Выпуклая комбинация НМ. Декартово произведение НМ. Оператор увеличения нечеткости. Обобщенные операции объединения и пересечения нечетких множеств. Понятие нормы и конормы. Функции  $N$  аргументов. Параметризованные функции.

#### **Функция принадлежности нечеткого множества**

Стандартные функции принадлежности (ФП). Методы построения ФП. Аналитическое, графическое и табличное представление ФП. Типы ФП: треугольные, трапециевидные, колоколообразные, сигмоидные, Гаусса, полиномиальные.

#### **Расстояние между нечеткими множествами**

Индексы нечеткости. Определение расстояния для нечеткого множества. Виды расстояний. Аксиомы расстояния. Четкое множество, ближайшее к нечеткому. Подходы к определению нечеткости.

#### **Нечеткие отношения**

Определение нечеткого отношения. Свойства нечетких отношений. Операции над нечеткими отношениями. Проекция нечетких отношений. Композиция двух нечетких отношений. Условные нечеткие подмножества. Принцип обобщения. Специальные типы нечетких отношений.

#### **Нечеткая и лингвистическая переменная**

Принятая терминология: понятие нечеткой переменной, нечеткой лингвистической переменной. Нечеткие числа. Операции над нечеткими числами. Лингвистические неопределенности и вычисление значений лингвистических переменных.

## **Нечеткая истинность**

Логические связи в нечеткой логике. Таблицы истинности. Нечеткая истинность. Нечеткие логические операции. Составное правило вывода: правила нечетких продукций, виды правил.

## **Нечеткие высказывания и системы нечеткого вывода**

Нечеткие лингвистические высказывания. Основные этапы нечеткого вывода. Нечеткие алгоритмы. Нечетко-логические модели.

## **5. Образовательные технологии**

Методика преподавания дисциплины «Нечеткая логика в управлении техническими системами» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;
- выполнение лабораторных работ в лабораториях вуза;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме устного опроса;
- проведение интерактивных занятий по подготовке к компьютерному тестированию с использованием программного комплекса «ТестСтудио», разработанного под руководством Б.В.Кириличева на кафедре «Автоматика и управление» (ранее – «Автоматика, информатика и системы управления»);
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного компьютерного тестирования с использованием программного комплекса «ТестСтудио» кафедры «Автоматика и управление».

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Нечеткая логика в управлении техническими системами» и в целом по дисциплине составляет около 40% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50 % от объема аудиторных занятий.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

В процессе обучения используются следующие оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций, оценочные формы самостоятельной работы студентов:

### **Во третьем семестре**

- индивидуальный опрос студентов;
- защита лабораторных работ;

- компьютерное тестирование по материалам лекций и лабораторных работ в режиме промежуточного контроля с элементами подсказки и обучения;
- компьютерное тестирование по материалам лекций в режиме итогового контроля;
- экзамен по материалам третьего семестра.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы, включенные в тесты достижений открытой формы, используемые программным комплексом «ТестСтудио».

### 6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

#### 6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать   |
|-----------------|---|
| ОПК-8           | Способен выбирать методы и разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами |

В процессе освоения образовательной программы данная компетенция, в том числе ее отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

#### 6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

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

| Показатель   | Критерии оценивания   |   |  |  |
|--|---|---|--|--|
|  | 2   | 3   | 4  | 5  |
| <b>ОПК-8</b> - Способен выбирать методы и разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами   |   |   |  |  |
| <b>знать:</b><br>- основные понятия, направления развития, принципы создания систем с использованием нечеткой логики (НЛ), их разновидностей и классификации;<br>- принципы построения и | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний:<br>- основные понятия, направления развития, принципы создания систем с использованием нечеткой логики | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний:<br>- основные понятия, направления развития, принципы создания систем с использованием нечеткой логики (НЛ), их | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний:<br>- основные понятия, направления развития, принципы создания систем с использованием нечеткой логики (НЛ), их | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний:<br>- основные понятия, направления развития, принципы создания систем с использованием |

|  |  |   |  |   |
|--|--|---|--|---|
| <p>способы применения НЛ для управления техническими объектами;</p> <p>- существующие методы и алгоритмы НЛ, применяемые в технических системах;</p> <p>- структуру, характеристики и функциональные возможности программного пакета MatLab для моделирования нечетких СУ.</p> | <p>(НЛ), их разновидностей и классификации;</p> <p>- принципы построения и способы применения НЛ для управления техническими объектами;</p> <p>- существующие методы и алгоритмы НЛ, применяемые в технических системах;</p> <p>- структуру, характеристики и функциональные возможности программного пакета MatLab для моделирования нечетких СУ.</p> | <p>разновидностей и классификации;</p> <p>- принципы построения и способы применения НЛ для управления техническими объектами;</p> <p>- существующие методы и алгоритмы НЛ, применяемые в технических системах;</p> <p>- структуру, характеристики и функциональные возможности программного пакета MatLab для моделирования нечетких СУ.</p> <p>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p> | <p>разновидностей и классификации;</p> <p>- принципы построения и способы применения НЛ для управления техническими объектами;</p> <p>- существующие методы и алгоритмы НЛ, применяемые в технических системах;</p> <p>- структуру, характеристики и функциональные возможности программного пакета MatLab для моделирования нечетких СУ.</p> <p>Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p> | <p>нечеткой логики (НЛ), их разновидностей и классификации;</p> <p>- принципы построения и способы применения НЛ для управления техническими объектами;</p> <p>- существующие методы и алгоритмы НЛ, применяемые в технических системах;</p> <p>- структуру, характеристики и функциональные возможности программного пакета MatLab для моделирования нечетких СУ.</p> <p>Свободно оперирует приобретенными знаниями.</p> |
| <p><b>уметь:</b></p> <p>- выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления с применением НЛ в технических системах.</p>  | <p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет:</p> <p>- выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления с применением НЛ в технических системах.</p>  | <p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений:</p> <p>- выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления с применением НЛ в технических системах.</p> <p>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>   | <p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений:</p> <p>- выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления с применением НЛ в технических системах.</p> <p>Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>   | <p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений:</p> <p>- выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления с применением НЛ в технических системах.</p> <p>Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>   |



|  |  |   |   |  |
|--|--|---|---|--|
| <p><b>владеть:</b><br/>- навыками по разработке и практическому применению методов и алгоритмов НЛ для решения задач управления в технических системах;<br/>- навыками моделирования нечетких СУ в среде MatLab.</p> | <p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет:<br/>- навыками по разработке и практическому применению методов и алгоритмов НЛ для решения задач управления в технических системах;<br/>- навыками моделирования нечетких СУ в среде MatLab.</p> | <p>Обучающийся в недостаточной степени владеет:<br/>- навыками по разработке и практическому применению методов и алгоритмов НЛ для решения задач управления в технических системах;<br/>- навыками моделирования нечетких СУ в среде MatLab.<br/>Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p> | <p>Обучающийся частично владеет:<br/>- навыками по разработке и практическому применению методов и алгоритмов НЛ для решения задач управления в технических системах;<br/>- навыками моделирования нечетких СУ в среде MatLab. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p> | <p>Обучающийся в полном объеме владеет:<br/>- навыками по разработке и практическому применению методов и алгоритмов НЛ для решения задач управления в технических системах;<br/>- навыками моделирования нечетких СУ в среде MatLab. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p> |
|--|--|---|---|--|

### Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

#### Форма промежуточной аттестации: компьютерное тестирование

*Критерий оценки.* Студенту предлагается тест, содержащий порядка 50 вопросов. Результаты итогового теста оцениваются по шкале от 0 до 100 баллов. Освоение компетенций зависит от результата прохождения теста: 91-100 баллов – компетенции считаются освоенными на высоком уровне (оценка отлично); 80-90 баллов – компетенции считаются освоенными на продвинутом уровне (оценка отлично); 65-79 баллов – компетенции считаются освоенными на базовом уровне (оценка хорошо); 50-64 баллов – компетенции считаются освоенными на удовлетворительном уровне (оценка удовлетворительно); 0-49 баллов – компетенции считаются не освоенными (оценка неудовлетворительно).

#### Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена 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 по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине

«Интеллектуальные системы управления» (прошли промежуточный контроль, выполнили лабораторные работы, прошли итоговое компьютерное тестирование).

| Шкала оценивания    | Описание  |
|---------------------|---|
| Отлично             | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.   |
| Хорошо              | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Удовлетворительно   | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.   |
| Неудовлетворительно | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.  |

Фонд оценочных средств представлен в приложении 2 к рабочей программе.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. Яхьяева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети. 2-е изд., испр. – М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2008. – 316 с. – (Сер. «Основы информационных технологий»). – ISBN 978-5-947748-18-5.
2. Лисьев Г.А. Технологии поддержки принятия решений: учеб. Пособие – 2-е изд. – М.: Флинна, 2011 – электронная версия <https://e.lanbook.com/reader/book/20204/#2>

### б) дополнительная литература:

1. Лубенцова Е. В. Системы управления с динамическим выбором структуры, нечеткой логикой и нейросетевыми моделями: монография, СКФУ - 2014 г. <http://www.knigafund.ru/books/200292>
2. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005. – 304 с. – (Серия «Информатика в техническом университете»).

### в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте <http://lib.mami.ru/ebooks/> в разделе «Библиотека».  
[http://sernam.ru/book\\_gen.php](http://sernam.ru/book_gen.php) Научная библиотека.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1) Компьютерные классы кафедры «Автоматика и управление»: ауд. 2614ав, 2507ав.

Оборудование и аппаратура: проектор, ноутбук, материалы в электронном виде для лекций и лабораторных работ.

Программное обеспечение: программный комплекс «MatLab», модуль FuzzyLogicToolbox.

2) Библиотека с читальным залом, книжный фонд которой составляет специализированная методическая и учебная литература, журналы.

## **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов применения методов ИИ, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

### **Задачи самостоятельной работы студента:**

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету.

### **Виды внеаудиторной самостоятельной работы:**

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы.

## **Вопросы, выносимые на самостоятельную работу (ОПК-8)**

### Семестр 3

- Программный пакет MatLab, модуль FuzzyLogicToolbox. Возможности моделирования систем управления, использующих нечеткую логику (с использованием справочной системы пакета).

#### 10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при преподавании дисциплины «Нечеткая логика в управлении техническими системами» следует уделять изучению существующих и перспективных методов ИИ с применением НЛ в приложении к задаче управления техническим объектом. На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля. Целесообразно в ходе защиты лабораторных работ задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем. Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение компьютерного тестирования в среде ТестСтудио в режиме обучения.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, тексты лекций с иллюстрациями и анимацией, лабораторные работы, информационные ресурсы Интернета;

- программный пакет MatLab, модуль FuzzyLogicToolbox.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки магистров **27.04.04 «Управление в технических системах»**, образовательная программа (профиль) **«Автономные информационные управляющие системы»**.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 27.04.04 Управление в технических системах  
ОП (профиль): «Автономные информационные управляющие системы»  
Форма обучения: очная  
Вид профессиональной деятельности:  
производственно-технологическая, организационно-управленческая

Кафедра «Автоматика и управление»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Нечеткая логика в управлении техническими системами**

Состав:

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:  
вариант экзаменационного билета  
перечень вопросов для экзамена  
образцы вопросов из фонда тестовых заданий  
перечень лабораторных работ

**Составители:**

доцент, к.т.н. Кириличев Б.В., доцент, к.т.н. Кузнецов А.В.

Москва, 2022 год

## Вариант экзаменационного билета

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

---

Факультет машиностроения, кафедра «Автоматика и управление»  
Дисциплина «Нечеткая логика в управлении техническими системами»  
Образовательная программа 27.04.04  
Управление в технических системах,  
ОП Автономные информационные управляющие системы  
Курс 2, семестр 3

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №9

1. Транзитивность нечетких отношений. Транзитивное замыкание. Теорема о транзитивном замыкании.
2. Основные операции над нечеткими множествами: дополнение, объединение, пересечение и их свойства.
3. Алгоритм нечеткого вывода Мамдани. Графический пример.

---

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры «Автоматика и управление»  
Протокол № \_\_ от “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Зав. кафедрой к.т.н., доцент Кузнецов А.В.

---

### Нечеткая логика в управлении техническими системами

| Компетенции  |   | Перечень компонентов  | Технология формирования компетенций                               | Форма оценочного средства** | Степени уровней освоения компетенций  |
|--------------|---|---|---|-----------------------------|---|
| Индекс       | Формулировка  |   |   |                             |   |
| <b>ОПК-8</b> | Способен выбирать методы и разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия, направления развития, принципы создания систем с использованием нечеткой логики (НЛ), их разновидностей и классификации;</li> <li>- принципы построения и способы применения НЛ для управления техническими объектами;</li> <li>- существующие методы и алгоритмы НЛ, применяемые в технических системах;</li> <li>- структуру, характеристики и функциональные возможности программного пакета MatLab для моделирования нечетких систем управления (СУ).</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления с применением НЛ в технических системах.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками по разработке</li> </ul> | лекции, самостоятельная работа, лабораторные работы, тестирование | Т, УО, ЛР                   | <p><b>Базовый уровень:</b> воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам.</p> <p><b>Повышенный уровень:</b> практическое применение полученных знаний в процессе изучения дисциплины; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.</p> |

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  | и практическому применению методов и алгоритмов НЛ для решения задач управления в технических системах;<br>- навыками по моделированию нечетких СУ в среде программного пакета MatLab. |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|



## 2. Перечень оценочных средств по дисциплине

### «Нечеткая логика в управлении техническими системами»

| № ОС | Наименование оценочного средства    | Краткая характеристика оценочного средства  | Представление оценочного средства в ФОС    |
|------|-------------------------------------|---|--|
| 1    | Устный опрос/<br>собеседование (УО) | Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. | Вопросы по темам/разделам дисциплины       |
| 2    | Тест (Т)                            | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.  | Фонд тестовых заданий                      |
| 3    | Лабораторные работы (ЛР)            | Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов  | Перечень лабораторных работ и их оснащение |

## 2.1. Перечень вопросов к экзамену (ОПК-8)

| Текст вопроса   |
|---|
| Цели и задачи дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного процесса   |
| Понятие неопределенности и нечеткости. Связь теории нечетких множеств, нечеткой логики и теории нечеткого управления  |
| История развития научного направления «Нечеткие множества и нечеткая логика»  |
| Понятие обычного и нечеткого множества. Определение характеристической функции обычного множества и функции принадлежности НМ, сходство и различие. Примеры четких и нечетких множеств. Формы представления НМ          |
| Основные характеристики НМ: определение носителя, точки перехода, ядра, высоты и сечения НМ. Привести графический пример, отметить характеристики. Пустое НМ  |
| Высота НМ. Свойство унимодальности и нормальности. Нормализация НМ. Примеры.  |
| Сечение и уровень НМ. Разложение НМ по уровням, теорема о декомпозиции  |
| Выпуклость НМ. Равенство и вложенность НМ. Принцип доминирования. Примеры   |
| Основные операции над НМ: дополнение, объединение, пересечение. Примеры аналитического выполнения и графического изображения этих операций. Приоритет выполнения операций. Свойства операций объединения и пересечения. |
| Операции разности и дизъюнктивной суммы НМ, примеры аналитического выполнения этих операций. Операции концентрирования и растяжения НМ, привести графический пример.  |
| Алгебраические операции над НМ. Алгебраическое произведение и алгебраическая сумма, их свойства. Доказательство свойств алгебраических операций над НМ (на произвольном примере).                                       |
| Алгебраические операции над НМ, их отличие от других операций над НМ. Операция возведения в степень и ее частные случаи: концентрирование и растяжение НМ.  |
| Операция умножения на число. Выпуклая комбинация НМ. Оператор увеличения нечеткости. Декартово произведение НМ.   |
| Операция умножения на число. Выпуклая комбинация НМ. Оператор увеличения нечеткости. Декартово произведение НМ.   |
| Кусочно-линейные функции принадлежности НМ, особенности их применения.  |
| S- и Z-образные функции принадлежности НМ.  |
| П-образные функции принадлежности НМ.   |
| Треугольные нормы и конормы. Примеры. Специальные уравнения для пары «норма-конорма». Пример использования специального уравнения.  |
| Свойства треугольных норм и конорм для N аргументов. Параметризованные нормы и конормы.   |
| Понятие расстояния между множествами. Аксиомы расстояния. Абсолютное и относительное расстояние Хемминга для НМ.  |
| Абсолютное и относительное евклидово расстояние. Определение евклидовых норм. Частный случай евклидовых норм.   |
| Обычное множество, ближайшее к нечеткому. Свойства, связанные с ближайшим обычным множеством. Линейный и квадратичный индексы нечеткости.   |
| Аксиоматический подход к определению нечеткости НМ. Оценка нечеткости через энтропию. Мера нечеткости Р.Ягера.  |
| Понятие n-арного и бинарного нечеткого отношения. Нечеткое отношение «x приблизительно равен y», «x много больше y». Изображение нечетких отношений типа $XRX$ и $XRY$ с помощью нечетких графов.                       |
| Носитель нечеткого отношения. Вложенные (строго и нестрого) нечеткие отношения. Сечение нечеткого отношения. Теорема о декомпозиции.  |
| Обратное отношение. Обычное отношение, ближайшее к нечеткому. Свойства  |

|  |
|--|
| дистрибутивности нечетких отношений.   |
| Проекция нечетких отношений. Нормальные и субнормальные нечеткие отношения. Цилиндрические продолжения проекций нечетких отношений. Свойство сепарабельности.        |
| Максиминная композиция нечетких отношений и ее свойства. Минимаксная и максимумтипликативная композиция нечетких отношений. Обобщение максиминной композиции.        |
| Свойства рефлексивности и антирефлексивности нечетких отношений. Свойства симметричности и антисимметричности нечетких отношений. Совершенная антисимметрия. Примеры |
| Транзитивность нечетких отношений. Транзитивное замыкание. Теорема о транзитивном замыкании.   |
| Специальные типы нечетких отношений. Нечеткие отношения предпорядка и порядка. Теорема 2 и следствие.  |
| Нечеткие отношения подобия и различия. Нечеткие отношения сходства и несходства.   |
| Понятие нечеткого отображения, отличие от обычного отображения. НМ, индуцированное отображением  |
| Условные нечеткие множества. НМ, последовательно обуславливающие друг друга.   |
| Понятие нечеткой и лингвистической переменной. Примеры лингвистической переменной.   |
| Нечеткие числа и их свойства.  |
| Нечеткие числа (L-R)-типа. Треугольные и трапециевидные нечеткие числа, их функции принадлежности.   |
| Унарные операции над нечеткими числами через принцип обобщения: противоположное нечеткое число.  |
| Унарные операции над нечеткими числами через принцип обобщения: обратное нечеткое число.   |
| Сложение нечетких чисел с использованием принципа обобщения.   |
| Операции над нечеткими числами с использованием сегментного принципа.  |
| Терм-множество лингвистической переменной. Понятие квантификатора. Применение квантификаторов для создания новых термов и расширения базового терм-множества.        |
| Понятие и формальное представление составного терма. Вычисление значения составного терма.   |
| Понятие нечеткой истинности. Многозначная логика. Нечеткая логика как обобщение бинарной логики.   |
| Элементарные и составные нечеткие высказывания, примеры. Отображение истинности нечетких высказываний.   |
| Нечеткие логические операции: отрицание, конъюнкция, дизъюнкция, эквивалентность, классическая нечеткая импликация.  |
| Нечеткие и приближенные рассуждения. Композиционное правило вывода.  |
| Нечеткие лингвистические высказывания. Правила преобразования нечетких высказываний. Правила нечетких продукций.   |
| Механизм нечеткого логического вывода.   |
| Нечеткая база знаний. Правила полноты и непротиворечивости.  |
| Блок решений в системе нечеткого логического вывода (с примерами).   |
| Процессы фаззификации и дефаззификации. Методы проведения дефаззификации.  |
| Алгоритм нечеткого вывода Мамдани. Графический пример.   |
| Алгоритм нечеткого вывода Сугено. Графический пример.  |

## 2.2. Образцы вопросов из фонда тестовых заданий (ОПК-8)

| № п/п | Текст вопроса   | Варианты ответов                          |
|-------|---|---|
| 1     | Функция принадлежности нечеткого множества отличается от характеристической функции обычного множества тем, что принимает ... | + любые значения из диапазона [0..1]      |
|       |   | - значения, равные только 0 или 0.5 или 1 |
|       |   | - любые значения из диапазона [0..10]     |
|       |   | - значения, равные только 0 или 1         |
| 2     | Множество, не содержащее элементов, называется:   | - универсальным                           |
|       |   | - подмножеством                           |
|       |   | - нечетким                                |
|       |   | + пустым                                  |
| 3     | Для представления нечетких множеств НЕ используются:  | - таблицы                                 |
|       |   | - графики функций принадлежности          |
|       |   | + диаграммы Венна                         |
|       |   | - гистограммы                             |
| 4     | Для представления нечетких множеств используются:   | + таблицы                                 |
|       |   | - графики характеристических функций      |
|       |   | + графики функций принадлежности          |
|       |   | + гистограммы                             |
|       |   | - диаграммы Венна                         |
| 5     | Нечеткое множество F называется ..., если оно не содержит элементов   | + пустым                                  |
|       |   | - нормальным                              |
|       |   | - субнормальным                           |
|       |   | - элементарным                            |
| 6     |   |   |
|       |   |   |
|       |   |   |
|       |   |   |

## Перечень лабораторных работ

| №<br>п/п         | Наименование   | Оснащение                           | Кол-<br>во<br>часов |
|------------------|--|-------------------------------------|---------------------|
| <b>3 семестр</b> |  |                                     |                     |
| <b>1</b>         | Лабораторная работа №1<br>«Программный модуль FuzzyLogicToolbox в программной среде MatLab, его графический интерфейс, возможности и характеристики» | Программный комплекс MatLab         | <b>2</b>            |
| <b>2</b>         | Лабораторная работа №2 «Построение функций принадлежности с использованием модуля FuzzyLogicToolbox в программной среде MatLab»                      | Программный комплекс MatLab         | <b>2</b>            |
| <b>3</b>         | Лабораторная работа №3<br>«Моделирование нечеткой системы средствами FuzzyLogicToolbox»  | Программный комплекс MatLab         | <b>2</b>            |
| <b>4</b>         | Лабораторная работа №4<br>«Программирование нечеткой системы в среде MatLab с использованием встроенных функций»                                     | Программный комплекс MatLab         | <b>2</b>            |
| <b>5</b>         | Лабораторная работа №5 «Изучение нечеткой кластеризации средствами инструментария нечеткой логики FuzzyLogicToolbox»                                 | Программный комплекс MatLab         | <b>4</b>            |
| <b>6</b>         | Лабораторная работа №6 «Создание нечеткой СУ в программной среде MatLab»   | Программный комплекс MatLab         | <b>4</b>            |
|                  |  | <b>Итого часов во 3-м семестре:</b> | <b>16</b>           |

### 2.3. Темы рефератов

1. Преимущества использования нечетких шкал и классификаторов при решении различных задач и описании объектов реального мира.
2. Инструментальные средства, основанные на методах теории нечетких множеств и нечеткой логики.
3. История развития методов интервальной математики.
4. Особенности построения функций принадлежности нечетких множеств.
5. Особенности визуальной разработки нечетких моделей в среде Matlab с использованием расширения FuzzyLogic Toolbox.
6. Графические возможности пакета Matlab при работе с нечеткими множествами.

7. Применение методов нечеткой логики в решении задач прогнозирования рынка Forex.
8. Применение методов нечеткой логики в решении задач прогнозирования рынка ценных бумаг.
9. Особенности совместного использования методов теории нечетких множеств и классической теории вероятности.
10. Интервальные числа и их применение.
11. Интервальная математика в экономике.
12. Мягкие вычисления – новое направление математики.
13. Нечеткая логика как расширение и обобщение классической логики.
14. Интеллектуальные технологии современности.
15. Пакет FuzzyLogic Toolbox – понятие, назначение, составные элементы.
16. Преимущества использования нечетких шкал и классификаторов при решении различных задач и описании объектов реального мира.
17. Инструментальные средства, основанные на методах теории нечетких множеств и нечеткой логики.
18. История развития методов интервальной математики.
19. Особенности построения функций принадлежности нечетких множеств.
20. Особенности визуальной разработки нечетких систем

**Структура и содержание дисциплины «Нечеткая логика в управлении техническими системами»  
по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах»  
и профилю подготовки «Автономные информационные управляющие системы»**

| № №<br>п/п       | Раздел  | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды учебной работы,<br>включая самостоятельную<br>работу студентов, и<br>трудоемкость в часах |     |          |          |     | Виды<br>самостоятельной<br>работы<br>студентов |          |         |    | Формы<br>аттеста<br>ции |   |  |
|------------------|---|---------|--------------------|--|-----|----------|----------|-----|--|----------|---------|----|-------------------------|---|--|
|                  |   |         |                    | Л  | П/С | Лаб      | СРС      | КСР | ПЛ<br>Р  | СИ       | Ре<br>ф | КР | Э                       | З |  |
| <b>Семестр 3</b> |   |         |                    |  |     |          |          |     |  |          |         |    |                         |   |  |
| <b>1.1</b>       | <b>Введение.</b> История развития научного направления. Предмет, задачи и содержание дисциплины. Основные положения, понятия и определения. Понятия неопределенности, нечеткости. Нормальные и субнормальные множества, процедура нормализации. Теорема о декомпозиции. Формы представления НМ. Понятие функции принадлежности НМ. Стандартные функции принадлежности (ФП). Методы построения ФП. Аналитическое, графическое и табличное представление ФП. Типы ФП: треугольные, трапецевидные, колоколообразные, сигмоидные, Гаусса, полиномиальные. |         | <b>1,2</b>         | <b>2</b>   |     |          | <b>4</b> |     |  |          |         |    |                         |   |  |
| <b>1.2</b>       | Лабораторная работа №1 «Программный модуль FuzzyLogicToolbox в программной среде  |         | <b>1,2</b>         |  |     | <b>2</b> |          |     | <b>6</b>                                       | <b>6</b> |         |    |                         |   |  |

|     |  |     |   |   |   |   |  |   |   |  |  |  |  |  |
|-----|--|-----|---|---|---|---|--|---|---|--|--|--|--|--|
|     | MatLab, его графический интерфейс, возможности и характеристики»   |     |   |   |   |   |  |   |   |  |  |  |  |  |
| 1.3 | Защита лабораторной работы №1 «Программный модуль FuzzyLogicToolbox в программной среде MatLab, его графический интерфейс, возможности и характеристики»   | 1,2 |   | 2 |   |   |  |   |   |  |  |  |  |  |
| 1.4 | <b>Операции над нечеткими множествами.</b> Обобщение операций. Основные операции над нечеткими множествами. Наглядное представление операций. Алгебраические операции над нечеткими множествами. Свойства операций. Доказательство равенств и неравенств в теории нечетких множеств. Выпуклая комбинация НМ. Декартово произведение НМ. Оператор увеличения нечеткости. Обобщенные операции объединения и пересечения нечетких множеств. Понятие нормы и конормы. Функции $N$ аргументов. Параметризованные функции. | 3,4 | 2 |   |   | 4 |  |   |   |  |  |  |  |  |
| 1.5 | Лабораторная работа №2 «Построение функций принадлежности с использованием модуля FuzzyLogicToolbox в программной среде MatLab»  | 3,4 |   |   | 2 |   |  | 6 | 6 |  |  |  |  |  |
| 1.6 | Защита лабораторной работы №2 «Построение функций принадлежности с использованием модуля FuzzyLogicToolbox в программной среде MatLab»   | 3,4 |   | 2 |   |   |  |   |   |  |  |  |  |  |
| 1.7 | <b>Расстояние между нечеткими множествами.</b> Индексы нечеткости. Определение расстояния для нечеткого множества. Виды расстояний. Аксиомы расстояния. Четкое множество,  | 5,6 | 2 |   |   | 4 |  |   |   |  |  |  |  |  |



|      |   |      |   |  |   |   |  |   |   |  |  |  |  |  |
|------|---|------|---|--|---|---|--|---|---|--|--|--|--|--|
|      | ближайшее к нечеткому. Подходы к определению нечеткости.  |      |   |  |   |   |  |   |   |  |  |  |  |  |
| 1.8  | Лабораторная работа №3 «Моделирование нечеткой системы средствами FuzzyLogicToolbox»  | 5,6  |   |  | 2 |   |  | 6 | 6 |  |  |  |  |  |
| 1.9  | Защита лабораторной работы №3 «Моделирование нечеткой системы средствами FuzzyLogicToolbox»   | 5,6  |   |  | 2 |   |  |   |   |  |  |  |  |  |
| 1.10 | <b>Нечеткие отношения.</b> Определение нечеткого отношения. Свойства нечетких отношений. Операции над нечеткими отношениями. Проекция нечетких отношений. Композиция двух нечетких отношений. Условные нечеткие подмножества. Принцип обобщения. Специальные типы нечетких отношений. | 7,8  | 2 |  |   | 4 |  |   |   |  |  |  |  |  |
| 1.11 | Лабораторная работа №4 «Программирование нечеткой системы в среде MatLab с использованием встроенных функций»   | 7,8  |   |  | 2 |   |  | 6 | 6 |  |  |  |  |  |
| 1.12 | Защита лабораторной работы №4 «Программирование нечеткой системы в среде MatLab с использованием встроенных функций»  | 7,8  |   |  | 2 |   |  |   |   |  |  |  |  |  |
| 1.13 | <b>Нечеткая и лингвистическая переменная.</b> Принятая терминология: понятие нечеткой переменной, нечеткой лингвистической переменной. Нечеткие числа. Операции над нечеткими числами. Лингвистические неопределенности и вычисление значений   | 9,10 | 4 |  |   | 4 |  |   |   |  |  |  |  |  |

|             |   |  |              |  |           |           |           |           |  |           |           |  |  |          |
|-------------|---|--|--------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|--|-----------|-----------|--|--|----------|
|             | лингвистических переменных.   |  |              |  |           |           |           |           |  |           |           |  |  |          |
| <b>1.14</b> | Лабораторная работа №5 «Изучение нечеткой кластеризации средствами инструментария нечеткой логики FuzzyLogicToolbox»  |  | <b>9,10</b>  |  |           | <b>4</b>  |           |           |  | <b>6</b>  | <b>6</b>  |  |  |          |
| <b>1.15</b> | Защита лабораторной работы №5 «Изучение нечеткой кластеризации средствами инструментария нечеткой логики FuzzyLogicToolbox»   |  | <b>9,10</b>  |  |           | <b>4</b>  |           |           |  |           |           |  |  |          |
| <b>1.16</b> | <b>Нечеткая истинность.</b> Логические связи в нечеткой логике. Таблицы истинности. Нечеткая истинность. Нечеткие логические операции. Составное правило вывода: правила нечетких продукций, виды правил. <b>Нечеткие высказывания и системы нечеткого вывода.</b> Нечеткие лингвистические высказывания. Основные этапы нечеткого вывода. Нечеткие алгоритмы. Нечетко-логические модели. |  | <b>11,12</b> |  | <b>4</b>  |           |           | <b>4</b>  |  |           |           |  |  |          |
| <b>1.17</b> | Лабораторная работа №6 «Создание нечеткой СУ в программной среде MatLab»  |  | <b>11,12</b> |  |           | <b>4</b>  |           |           |  | <b>6</b>  | <b>6</b>  |  |  |          |
| <b>1.18</b> | Защита лабораторной работа №6 «Создание нечеткой СУ в программной среде MatLab»   |  | <b>11,12</b> |  |           | <b>4</b>  |           |           |  |           |           |  |  |          |
|             | <b>Форма аттестации</b>   |  |              |  |           |           |           |           |  |           |           |  |  | <b>Э</b> |
|             | Всего часов по дисциплине в третьем семестре  |  |              |  | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>24</b> |  | <b>36</b> | <b>36</b> |  |  |          |