

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФЭМИТ

Баркалов С.А.

«28»

02

20 19 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Системы нечеткого регулирования»

**Направление подготовки 15.04.04 АВТОМАТИЗАЦИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ**

**Профиль Проектирование автоматизированных систем управления зданиями
и сооружениями**

Квалификация выпускника Магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года и 3 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2019

Автор программы

/Смолянинов А.В./

Заведующий кафедрой
Систем управления и
информационных
технологий в строительстве

/Десятикова Е.Н./

Руководитель ОПОП

/Смолянинов А.В./

Воронеж 2019

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины «Системы нечеткого регулирования» является формирование у обучающихся навыков в области разработки и моделирования систем нечеткого регулирования при проектировании автоматизированных или автоматических систем регулирования.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Задачами освоения дисциплины «Системы нечеткого регулирования» является изучение принципов построения адаптивных и интеллектуальных систем автоматического управления технологическими объектами базирующихся на теории нечетких множеств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Системы нечеткого регулирования» относится к дисциплинам вариативной части блока ФТД.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Системы нечеткого регулирования» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-5 - способностью разрабатывать функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств, их элементов, технического, алгоритмического и программного обеспечения на базе современных методов, средств и технологий проектирования

ПК-10 - способностью выбирать оптимальные решения при создании продукции, разработке автоматизированных технологий и производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики и испытаний, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством, программного обеспечения, их внедрении и эффективной эксплуатации с учетом требований надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-5	знать: основные понятия теории нечётких множеств и методы нечеткого моделирования и управления.
	уметь: применять системы нечеткого управления при разработке функциональной, логической и технической организации автоматизированных и автоматических производств, их элементов, технического, алгоритмического и программного обеспечения.
	владеть: навыками разработки систем нечеткого регулирования при управлении автоматизированными производствами

ПК-10	знать: основные принципы построения критериев оптимизации при разработке автоматизированных технологий и производств с использованием систем нечеткого регулирования
	уметь: решать задачи разработки автоматизированных технологий и производств с применением систем нечеткого регулирования
	владеть: навыками решения задач разработки автоматизированных технологий и производств с применением систем нечеткого регулирования

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Системы нечеткого регулирования» составляет 2 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа	36	36
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	8	8
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	4	4
Самостоятельная работа	60	60
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия теории нечетких множеств:	нечеткие множества; характеристические параметры (показатели) нечеткого множества; лингвистические модификаторы нечетких множеств; типы функций принадлежности нечетких множеств; отличие понятий нечеткость и вероятность	4	4	8	16
2	Нечеткая математика:	принцип обобщения; сложение нечетких чисел; вычитание нечетких чисел; умножение нечетких чисел; деление нечетких чисел; особенности нечетких чисел; Различия между нечеткими числами и лингвистическими значениями; основные операции над нечеткими множествами; оператор пересечения (логическое произведение) нечетких множеств; объединение (логическая сумма) нечетких множеств; компенсирующие операторы; нечеткие отношения; импликация	4	4	8	16
3	Нечеткое управление:	статические нечеткие регуляторы; динамические нечеткие регуляторы; формирование структур и настройка параметров нечетких регуляторов; проектирование нечетких регуляторов на основе экспертного знания об объекте управления; разработка нечеткого регулятора на основе модели эксперта, управляющего объектом; разработка нечеткого регулятора на основе модели объекта управления; особенности идентификации моделей динамических объектов; особенности идентификации инвертированных моделей динамических объектов; настройка нечеткого регулятора с заранее выбранной структурой; нечеткое управление, основанное на структуре с внутренней моделью; нечеткое управление, основанное на структуре с инверсной моделью объекта (ИМ-структура); основы адаптивного нечеткого управления; многомерное нечеткое управление (MIMO)	10	10	20	40
Итого			18	18	36	72

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия теории нечетких множеств:	нечеткие множества; характеристические параметры (показатели) нечеткого множества; лингвистические модификаторы нечетких множеств; типы функций принадлежности нечетких множеств; отличие понятий нечеткость и вероятность	1	1	15	17
2	Нечеткая математика:	принцип обобщения; сложение нечетких чисел; вычитание нечетких чисел; умножение нечетких чисел; деление нечетких чисел; особенности нечетких чисел; Различия между нечеткими числами и лингвистическими значениями; основные операции над нечеткими множествами; оператор пересечения (логическое произведение) нечетких множеств; объединение (логическая сумма) нечетких множеств;	1	1	15	17

		компенсирующие операторы; нечеткие отношения; импликация				
3	Нечеткое управление:	статические нечеткие регуляторы; динамические нечеткие регуляторы; формирование структур и настройка параметров нечетких регуляторов; проектирование нечетких регуляторов на основе экспертного знания об объекте управления; разработка нечеткого регулятора на основе модели эксперта, управляющего объектом; разработка нечеткого регулятора на основе модели объекта управления; особенности идентификации моделей динамических объектов; особенности идентификации инвертированных моделей динамических объектов; настройка нечеткого регулятора с заранее выбранной структурой; нечеткое управление, основанное на структуре с внутренней моделью; нечеткое управление, основанное на структуре с инверсной моделью объекта (ИМ-структура); основы адаптивного нечеткого управления; многомерное нечеткое управление (ММО)	2	2	30	34
Итого			4	4	60	68

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-5	знать: основные понятия теории нечётких множеств и методы нечеткого моделирования и управления.	активная работа на практических и лекционных занятиях, своевременное выполнение практических заданий.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: применять системы нечеткого управления при разработке функциональной, логической и	активная работа на практических и лекционных занятиях, своевременное выполнение практических заданий.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	технической организации автоматизированных и автоматических производств, их элементов, технического, алгоритмического и программного обеспечения.			
	владеть: навыками разработки систем нечеткого регулирования при управлении автоматизированными производствами	активная работа на практических и лекционных занятиях, своевременное выполнение практических заданий.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-10	знать: основные принципы построения критериев оптимизации при разработке автоматизированных технологий и производств с использованием систем нечеткого регулирования	активная работа на практических и лекционных занятиях, своевременное выполнение практических заданий.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: решать задачи разработки автоматизированных технологий и производств с применением систем нечеткого регулирования	активная работа на практических и лекционных занятиях, своевременное выполнение практических заданий.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: навыками решения задач разработки автоматизированных технологий и производств с применением систем нечеткого регулирования	активная работа на практических и лекционных занятиях, своевременное выполнение практических заданий.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения, 4 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-5	знать: основные понятия теории нечётких множеств и методы нечеткого	ответы на практических занятиях, ответ на зачете.	Студент демонстрирует значительное (частичное) понимание заданий. Все (основные) требования,	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.

	моделирования и управления.		предъявляемые к заданию выполнены.	
	уметь: применять системы нечеткого управления при разработке функциональной, логической и технической организации автоматизированных и автоматических производств, их элементов, технологического, алгоритмического и программного обеспечения.	ответы на практических занятиях, ответ на зачете.	Студент демонстрирует значительное (частичное) понимание заданий. Все (основные) требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.
	владеть: навыками разработки систем нечеткого регулирования при управлении автоматизированными производствами	ответы на практических занятиях, ответ на зачете.	Студент демонстрирует значительное (частичное) понимание заданий. Все (основные) требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.
ПК-10	знать: основные принципы построения критериев оптимизации при разработке автоматизированных технологий и производств с использованием систем нечеткого регулирования	ответы на практических занятиях, ответ на зачете.	Студент демонстрирует значительное (частичное) понимание заданий. Все (основные) требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.
	уметь: решать задачи разработки автоматизированных технологий и производств с применением систем нечеткого регулирования	ответы на практических занятиях, ответ на зачете.	Студент демонстрирует значительное (частичное) понимание заданий. Все (основные) требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.
	владеть: навыками решения задач разработки автоматизированных технологий и производств с применением систем нечеткого регулирования	ответы на практических занятиях, ответ на зачете.	Студент демонстрирует значительное (частичное) понимание заданий. Все (основные) требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию не предусмотрено

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

не предусмотрено

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

не предусмотрено

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Нечеткие множества, характеристические параметры (показатели) нечеткого множества
2. Лингвистические модификаторы нечетких множеств
3. Типы функций принадлежности нечетких множеств
4. Отличие понятий нечеткость и вероятность
5. Принцип обобщения
6. Сложение нечетких чисел
7. Вычитание нечетких чисел
8. Умножение нечетких чисел
9. Деление нечетких чисел
10. Различия между нечеткими числами и лингвистическими значениями
11. Основные операции над нечеткими множествами
12. Оператор пересечения (логическое произведение) нечетких множеств
13. Объединение (логическая сумма) нечетких множеств
14. Компенсирующие операторы
15. Нечеткие отношения
16. Импликация
17. Статические нечеткие регуляторы
18. Динамические нечеткие регуляторы
19. Формирование структур и настройка параметров нечетких регуляторов
20. Проектирование нечетких регуляторов на основе экспертного знания об объекте управления
21. Разработка нечеткого регулятора на основе модели эксперта, управляющего объектом
22. Разработка нечеткого регулятора на основе модели объекта управления
23. Особенности идентификации моделей динамических объектов
24. Особенности идентификации инвертированных моделей динамических объектов
25. Настройка нечеткого регулятора с заранее выбранной структурой
26. Нечеткое управление, основанное на структуре с внутренней моделью
27. Нечеткое управление, основанное на структуре с инверсной моделью объекта (ИМ-структура)
28. Основы адаптивного нечеткого управления
29. Многомерное нечеткое управление (MIMO)

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по вопросам, приведенным в п. 7.2.4. Как правило, студенту задается 2 вопроса. При неполном ответе на поставленные вопросы студенту могут задаваться дополнительные вопросы.

Ответ на каждый вопрос (включая дополнительные) оценивается по четырехбалльной системе:

- «отлично» (5 баллов);
- «хорошо» (4 балла);
- «удовлетворительно» (3 балла);
- «неудовлетворительно» (2 балла).

Оценка «отлично» (5 баллов) выставляется в случае, если студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.

Оценка «хорошо» (4 балла) выставляется в случае, если студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.

Оценка «удовлетворительно» (3 балла) выставляется в случае, если студент демонстрирует частичное понимание заданий. Основные требования, предъявляемые к заданию, выполнены.

Оценка «не удовлетворительно» (2 балла) выставляется в случае, если студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.

Итоговая оценка определяется как среднеарифметическое. Если итоговая оценка больше или равна 2,7 - студенту выставляется оценка «зачтено», в противном случае – «не зачтено».

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия теории нечетких множеств:	ПК-5, ПК-10	ответы на практических занятиях, ответ на зачете
2	Нечеткая математика:	ПК-5, ПК-10	ответы на практических занятиях, ответ на зачете
3	Нечеткое управление:	ПК-5, ПК-10	ответы на практических занятиях, ответ на зачете

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

– Кудинов, Ю. И. Интеллектуальные системы : учебное пособие / Ю. И. Кудинов. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 63 с. — ISBN 978-5-88247-653-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/55089.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

– Исаев, С. В. Интеллектуальные системы : учебное пособие / С. В. Исаев, О. С. Исаева. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2017. — 120 с. — ISBN 978-5-

7638-3781-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/84365.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Дополнительная литература

— Сырецкий, Г. А. Моделирование систем. Часть 2. Интеллектуальные системы : учебное пособие / Г. А. Сырецкий. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 80 с. — ISBN 978-5-7782-1341-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/45401.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- Консультирование посредством электронный почты.
- Использование презентаций при проведении лекционных занятий.
- Электронная библиотека <http://www.iprbookshop.ru/85987.html>
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Ауд. № 1305а. Лаборатория автоматизированного проектирования (Компьютер на базе Celeron® 2.5ГГц ОЗУ 2Гб - 10шт. Проектор BENQ -1шт. Экран. Маркерная доска. Плоттер.)

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Системы нечеткого регулирования» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков разработки и моделирования систем нечеткого управления. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.

Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

11 Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата вне- сения из- менений	Подпись заведующе- го кафедрой, ответ- ственной за реализа- цию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.1 и 8.2 в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины, а также используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	