

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебной работе

_____ Василенко В.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

«30» мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Направление подготовки (специальность)

15.04.04 - Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность (профиль)

**Автоматизация технологических процессов и производств
в пищевой и химической промышленности**

Квалификация выпускника

Магистр

Воронеж

1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Современные проблемы автоматизации технологических процессов» являются формирование у обучающихся теоретических знаний, практических умений и навыков, необходимых при эксплуатации и модернизации действующих автоматизированных и автоматических технологий и производств. Области профессиональной деятельности и сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу магистратуры, могут осуществлять профессиональную деятельность: *40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере автоматизации и механизации производственных процессов)*.

В рамках освоения программы магистратуры выпускники могут готовиться к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:

- проектно-конструкторской;
- производственно-технологической;
- научно-исследовательской;
- сервисно-эксплуатационной.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств применением надлежащих современных методов и средств анализа.

Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины в соответствии с предусмотренными компетенциями обучающийся должен:

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	ИД1 _{ук-2} – Разрабатывает концепцию проектного решения в рамках обозначенной проблемы, представляет публично результаты проекта и предлагает возможные пути внедрения их в практику
			ИД2 _{ук-2} – Организует разработку плана реализации проекта, его корректировку и контроль за выполнением на всех этапах жизненного цикла

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{ук-2} – Разрабатывает концепцию проектного решения в рамках обозначенной проблемы, представляет публично результаты проекта и предлагает возможные пути внедрения их в практику	Знает: основные варианты построения автоматических систем управления при наличии неопределенностей в математическом описании объектов управления
	Умеет: выполнять разработку и моделирование робастных систем, систем управления с нечеткой логикой и искусственными нейронными сетями с помощью современных пакетов программ Matcad, Matlab-Simulink-Simscape
	Владеет: навыками разработки систем управления объектами с неопределенностями с помощью современных пакетов программ
ИД2 _{ук-2} – Организует разработку плана реализации проекта, его корректировку и контроль за выполнением на всех этапах жизненного цикла	Знает: алгоритмы разработки проекта и его реализации для систем с нечеткой логикой

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина входит в базовую часть блока один.

Изучение теории управления основывается на учебном материале дисциплин: "Высшая математика" (бакалавров), «Современные методы теории автоматического управления» (бакалавров).

Дисциплина «Современные проблемы автоматизации технологических процессов» используется при изучении определенных разделов следующих дисциплин: «Интеллектуальные системы», «Цифровые многосвязные системы управления».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы.

Виды учебной работы	Всего акад. ч.	Распреде- ление трудо- емкости по семестрам, ак. ч
		1
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	34,95	34
Лекции	17	17
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	17	17
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Консультации текущие	0,85	0,85
консультации перед экзаменом	-	-
Виды аттестации (экзамен)	0,1	0,1
Самостоятельная работа	73,05	73,05
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование)	8,5	8,5
Проработка материала по учебникам (собеседование, тестирование)	34,55	34,55
Выполнение расчетов в среде Mathcad, при выполнении лабораторных заданий и оформление отчетов	30	30

5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, часы
1	Робастные системы управления	- неопределенности в системах управления; - проблемы, возникающие при разработке систем управления, связанные с неопределенностями в описании объектов управления, методы разработки систем управления в условиях неопределенности; - интервальная математика и устойчивость интервально-заданных робастных систем; - разработка и моделирование системы робастного управления с заданной степенью устойчивости	39
2	Системы управления с нечеткой логикой	- основы нечеткой логики; логические и алгебраические операции с нечеткими переменными и нечеткими множествами; - разработка системы управления с нечетким регулятором;	37

		- реализация систем управления с нечеткими регуляторами	
3	Нейросетевые технологии в управлении	- искусственные нейрон и нейросеть; структуры нейросетей; - обучение искусственных нейросетей; - синтез систем регулирования с нейроконтроллером и их обучение в системе Matlab-Simulink-Simscape	31,05
4	<i>Консультации текущие</i>		0,85
5	<i>Зачет</i>		0,1

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ЛЗ, час	СРО, час
1	Робастные системы управления	6	7	26
2	Системы управления с нечеткой логикой	6	6	25
3	Нейросетевые технологии в управлении	5	4	22,05
4	<i>Консультации текущие</i>			0,85
5	<i>Зачет</i>			0,1

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	Робастные системы управления	Управление в условиях неопределенности:	1
		- типы неопределенностей;	1
		- причины возникновения;	1
		- возможные пути преодоления неопределенностей, применение систем, работоспособных в условиях неопределенности.	1
		Интервально-заданные робастные системы:	1
2	Системы управления с нечеткой логикой	- основные понятия интервальной арифметики;	2
		- робастная устойчивость;	3
		Разработка робастных регуляторов:	1
		- оценка робастной устойчивости по теореме Харитонова;	3
		- метод D-разбиений при оценке области устойчивости коэффициентов робастного регулятора;	1
- синтез робастной системы с заданной степенью устойчивости для интервально-заданных систем	1		
3	Нейросетевые технологии в управлении	Нечеткая логика:	2
		- нечеткие множества;	3
		- операции с нечеткими множествами;	1
3	Нейросетевые технологии в управлении	- нечеткие и лингвистические переменные;	3
		- нечеткие выводы.	1
		Разработка систем управления с нечеткими регуляторами для объектов с неопределенностями:	1
3	Нейросетевые технологии в управлении	- синтез нечеткого регулятора, алгоритм синтеза;	1
		- реализация нечеткого управления, алгоритм реализации.	1
		Организация нечетких систем управления.	1
3	Нейросетевые технологии в управлении	Искусственные нейросети:	1
		- структура и принцип работы искусственного нейрона;	1
		- типы искусственных нейронных сетей, структуры;	1
3	Нейросетевые технологии в управлении	- методы обучения искусственных нейронных сетей.	1

	Обучение методом обратного распространения ошибки.	1
	Разработка систем регулирования с нейро-контроллером: - структура системы регулирования с нейро-контроллером; - обучение нейросети.	2

5.2.2 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, час
1	Робастные системы управления	1. Анализ устойчивости замкнутой интервально-заданной системы с представлением элементов в координатах «вход-выход». Определение устойчивости по полиномам Харитонова. 2. Расчет настроек робастного регулятора в системе Mathcad по заданной степени устойчивости	4 3
2	Системы управления с нечеткой логикой	3. Разработка нечеткого регулятора и моделирование в системе Mathcad 4. Разработка и моделирование нечеткой системы управления в среде, Matlab-Simulink- Fuzzy Logic Designer (Fuzzy Logic Toolbox) в командах	2 4
3	Нейросетевые технологии в управлении	5. Разработка системы управления с нейронным регулятором в среде Matlab-Simulink- Simscape (Neural Network Toolbox) в командах	5

5.2.3 Практические занятия учебным планом не предусмотрены

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1	Робастные системы управления	Проработка материалов по конспекту лекций. Проработка материалов по учебникам. Изучение материала по синтезу робастных систем управления с интервально-заданными объектами. Самостоятельное изучение основ работы с пакетами моделирования физических объектов Matlab Simscape и синтеза робастных систем управления Control System Tuner (Robust Control Toolbox) Промежуточное тестирование. Подготовка к 2-м лабораторным занятиям по оценке устойчивости, синтезу робастных систем и расчету настроек робастного регулятора с заданным запасом устойчивости в системе Matcad. Оформление отчета по 2-м лабораторным работам. Выполнение расчетов в среде Mathcad при оформлении отчетов по	26

		лабораторным работам	
2	Системы управления с нечеткой логикой	Проработка материалов по конспекту лекций Проработка материалов по учебникам. Изучение материала по системам с нечеткой логикой, разработке нечетких регуляторов в Matlab- Simulink- Fuzzy Logic Designer (Fuzzy Logic Toolbox) Промежуточное тестирование. Подготовка к 2-м лабораторным занятиям по разработке обычного и нечеткого регулятора для объекта с заданной передаточной функцией в Matlab - Simulink- Fuzzy Logic Designer (Fuzzy Logic Toolbox). Оформление отчета по 2-м лабораторным работам Выполнение расчетов в среде Matlab при оформлении отчетов по лабораторным работам	25
3	Нейросетевые технологии в управлении	Проработка материалов по конспекту лекций Проработка материалов по учебникам, изучение искусственных нейронных сетей, их применение в системах управления процессами. Подготовка к лабораторному занятию по синтезу нейронных систем управления в среде Matlab- Simulink- Neural Network Toolbox. Оформление отчета по лабораторной работе	23

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

Косырев, К. А. Микропроцессоры и микроконтроллеры. Методы программирования систем промышленной автоматизации. ПЛК ОВЕН: Лабораторный практикум : учебное пособие / К. А. Косырев, А. В. Руденко. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5-7262-2765-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/284360>

Лепп, Н. Э. Математические методы в инженерии. Основы имитационного моделирования : учебное пособие / Н. Э. Лепп, С. В. Ушанов. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2023. — 80 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/400481>

6.2 Дополнительная литература.

Земляков, В. В. Моделирование измерительных задач в среде MATLAB+ Simulink : учебное пособие / В. В. Земляков, В. Л. Земляков, С. А. Толмачев. — Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2020. — 144 с. — ISBN 978-5-9275-3499-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/170345>

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Данылив, М. М. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс]: методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылив, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж: ВГУИТ, 2016. — 32 с. Режим доступа в электронной среде: <http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>.

2. Освоение закрепленных за дисциплиной компетенций осуществляется посредством изучения теоретического материала на лекциях, выполнения практических работ. Учебно-методический комплекс дисциплины размещен в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ <http://education.vsu.ru/>.

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp
Образовательная платформа «Юрайт»	https://urait.ru/
ЭБС «Лань»	https://e.lanbook.com/
АИБС «МегаПро»	https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	http://minobrnauki.gov.ru
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	http://education.vsu.ru

6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ».

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Adobe Reader XI	(бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html
Альт Образование	Лицензия № ААА.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»
Microsoft Windows 8	Microsoft Open License
Microsoft Windows 8.1	Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Microsoft Office Professional Plus 2010	Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
	Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #61181017 от 20.11.2012 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Microsoft Office 2007 Standart	Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Libre Office 6.1	Лицензия № ААА.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)

КОМПАС 3D LT v 12	(бесплатное ПО) http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html
T-FLEX CAD 3D Университетская	Договор № 74-В-ТСН-3-2018 с ЗАО «ТОП СИСТЕМЫ» от 07.05.2018 г. Лицензионное соглашение № А00007197 от 22.05.2018 г.
Компас 3D V21	Лицензионное соглашение с ЗАО «Аскон» № КАД-16-1380 Сублицензионный договор с ООО «АСКОН-Воронеж» от 09.02.2022 г.
APM WinMachine	Лицензионное соглашение с ООО НТЦ «АПМ» № 105416 от 22.11.2016 г.

Справочно-правовые системы

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Справочные правовая система «Консультант Плюс»	Договор о сотрудничестве с «Информсвязь-черноземье», Региональный информационный центр общероссийской сети распространения правовой информации Консультант Плюс № 8-99/RD от 12.02.1999 г.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, в том числе в формате практической подготовки, включают:

Учебная аудитория 324. Комплект мебели для учебного процесса. Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук Rover Book W 500L; экран.

Учебная аудитория № 319. Комплект мебели для учебного процесса. Компьютерный класс с персональными ЭВМ семейства IBM PC, установленные ОС семейства Microsoft Windows, пакет Microsoft Office, математические пакеты Mathcad и Matlab

Аудитории для самостоятельной работы обучающихся:

Читальные залы библиотеки: Компьютеры (30 шт.) со свободным доступом в сеть Интернет и Электронным библиотечным и информационно-справочным системам

8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

ОМ представляются отдельным компонентом и **входят в состав рабочей программы дисциплины.**

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных средствах».

ПРИЛОЖЕНИЕ
к рабочей программе
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

1. Организационно-методические данные дисциплины для очно-заочной или заочной форм обучения

1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы

Виды учебной работы	Всего ак. ч.	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		1
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	18,1	18,1
Лекции	8	8
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	8	8
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Консультации текущие	1,2	1,2
Рецензирование контрольных работ	0,8	0,8
Виды аттестации (зачет)	Зач, 0,1	Зач, 0,1
Самостоятельная работа	86	86
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование) (1 часа на час лекций) $8*1=8$	8	8
Проработка материала по учебникам (собеседование, тестирование): $(358 \text{ с.}/16)*2,5=56$	56	56
Выполнение расчетов в среде Mathcad, при выполнении лабораторных заданий и оформление отчетов: $2 * 4 \text{ с.} * 1,5 \text{ ч} = 12 \text{ ч}$	12	12
Выполнение расчетов в среде Mathcad, при выполнении контрольной работы $1*6*1,5=9$	9	9
Оформление контрольной работы	1	1
Подготовка к зачету	3,9	3,9

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

«Современные проблемы автоматизации технологических процессов»

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	ИД1 _{УК-2} – Разрабатывает концепцию проектного решения в рамках обозначенной проблемы, представляет публично результаты проекта и предлагает возможные пути внедрения их в практику
			ИД2 _{УК-2} – Организует разработку плана реализации проекта, его корректировку и контроль за выполнением на всех этапах жизненного цикла

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{УК-2} – Разрабатывает концепцию проектного решения в рамках обозначенной проблемы, представляет публично результаты проекта и предлагает возможные пути внедрения их в практику	Знает: основные варианты построения автоматических систем управления при наличии неопределенностей в математическом описании объектов управления
	Умеет: выполнять разработку и моделирование робастных систем, систем управления с нечеткой логикой и искусственными нейронными сетями с помощью современных пакетов программ Matcad, Matlab-Simulink-Simscape
	Владеет: навыками разработки систем управления объектами с неопределенностями с помощью современных пакетов программ
ИД2 _{УК-2} – Организует разработку плана реализации проекта, его корректировку и контроль за выполнением на всех этапах жизненного цикла	Знает: алгоритмы разработки проекта и его реализации для систем с нечеткой логикой

2 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			Наименование	№№ заданий	
1	Робастные системы управления	УК-2 ИД-1	Собеседование (вопросы к зачету)	1-16	Контроль преподавателем
			Кейс-задания	147-149	Проверка преподавателем
			Тесты (тестовые задания)	41-50	Компьютерное тестирование (процентная шкала)
			Собеседование (вопросы к лабораторным)	65-91	Контроль преподавателем
		УК-2 ИД-2	Собеседование (вопросы к зачету)	31-32	Контроль преподавателем
			Собеседование (вопросы к лабораторным)	92-96	Контроль преподавателем
2	Системы управления с нечеткой логикой	УК-2 ИД-1	Собеседование (вопросы к зачету)	17-24	Контроль преподавателем
			Тесты (тестовые задания)	51-54	Компьютерное тестирование (процентная шкала)
			Собеседование (вопросы к лабораторным)	97-121	Контроль преподавателем
			Собеседование (вопросы к	33-36	Контроль преподавателем

		УК-2 ИД-2	зачету)		лем
			Собеседование (вопросы к лабораторным)	122-127	Контроль преподавателем
			Кейс-задания	151	Проверка преподавателем Процентная шкала
			Тесты (тестовые задания)	55-57	Компьютерное тестирование (процентная шкала)
3	Нейросетевые технологии в управлении	УК-2 ИД-1	Собеседование (вопросы к зачету)	25-30	Контроль преподавателем
			Собеседование (вопросы к лабораторным)	128-137	Контроль преподавателем
			Тесты (тестовые задания)	58-64	Компьютерное тестирование (процентная шкала)
	УК-2 ИД-2	Собеседование (вопросы к зачету)	37-40	Контроль преподавателем	
		Собеседование (вопросы к лабораторным)	138-146	Контроль преподавателем	

3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет) (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы)

3.1 Вопросы к зачету

3.1.1 Компетенция УК-2 *Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла*

ИД-1. *Разрабатывает концепцию проектного решения в рамках обозначенной проблемы, представляет публично результаты проекта и предлагает возможные пути внедрения их в практику*

Номер задания	Формулировка вопроса
1.	Классификация робастных систем.
2.	Классификация неопределенностей. Причины возникновения неопределенностей
3.	Типы неопределенностей
4.	Преимущества нечетких методов
5.	Преимущества интервального анализа
6.	Бинарные и унарные операции над интервальными числами.
7.	Элементы интервальных вычислений. Операции с интервальными числами. Свойства операций
8.	Основные понятия интервального анализа
9.	Вещественные интервальные матрицы. Основные операции и свойства операций
10.	Характеристический полином разомкнутой системы при интервальных передаточных функциях звеньев системы.
11.	Характеристический полином замкнутой системы для интервальных передаточных функций элементов разомкнутой системы.
12.	Полиномы Харитонова. Обоснование записи полиномов.
13.	Характеристический полином интервальной системы с матричным описанием.
14.	Исследование устойчивости по интервально-заданным характеристическим полиномам. Теорема Харитонова
15.	Оценка области устойчивости методом D-разбиения по одному параметру

16.	Оценка области устойчивости методом D-разбиения по двум параметрам
17.	Определение нечеткого множества. Функции принадлежности.
18.	Понятия нечеткой и лингвистической переменных
19.	Основные понятия теории нечетких множеств.
20.	Пример нечеткого множества и основных понятий.
21.	Логические операции с нечеткими множествами. Графическое представление результатов логических операций над нечеткими множествами
22.	Алгебраические операции с нечеткими множествами
23.	Нечеткие выводы
24.	Построение нечетких правил формирования управления в нечетких системах
25.	Структура биологического нейрона
26.	Структура искусственного нейрона. Типы активационных функций
27.	Классификация искусственных нейронных сетей.
28.	Основные подходы к обучению искусственных нейронных сетей
29.	Обучение искусственных нейронных сетей методом обратного распространения ошибки.
30.	Обучение искусственных нейронных сетей по алгоритму Хебба

3.1.2 Компетенция УК-2 *Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла*

ИД2- *Организует разработку плана реализации проекта, его корректировку и контроль за выполнением на всех этапах жизненного цикла*

Номер задания	Формулировка вопроса
31.	Получение интервалов устойчивости коэффициентов регулятора для интервально-заданного объекта
32.	Синтез линейных робастных систем с интервально-заданным объектом
33.	Общая структура нечеткого контроллера
34.	Методы дефазификации в системах с нечеткой логикой
35.	Алгоритм нечеткого управления. Основные этапы синтеза и реализации
36.	Настройка параметров нечеткого контроллера
37.	Построение нейроконтроллера на основе модели авторегрессии
38.	Структурная схема нейросистемы с микроконтроллером
39.	Этапы обучения нейроконтроллера
40.	Обеспечение астатизма системы с нейроконтроллером

3.2 Тесты (тестовые задания)

3.2.1 Компетенция УК-2 *Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла. ИД1*

№ задания	Формулировка задания
41.	ри параметрической неопределенности математической модели объекта управления в виде передаточной функции неизвестными являются

	<p>порядок числителя порядок знаменателя коэффициенты знаменателя коэффициенты числителя входное воздействие</p>
42.	<p>при структурной неопределенности математической модели объекта управления в виде дифференциального уравнения неизвестными являются порядок левой части порядок правой части коэффициенты в левой части коэффициенты в правой части</p>

	<p>робастным относятся системы, в которых приемлемое качество управления достигается за счет уточнения параметров объекта и подстройки коэффициентов регулятора в процессе эксплуатации компенсации возмущений соответствующего размещения корней характеристического уравнения на комплексной плоскости выбора «грубого» алгоритма управления на этапе синтеза</p>
	<p>Для интервально-заданного числа $-4 \leq a \leq 1$ выберите интервальное число $-a$ $-4 \leq a \leq -1$ $-1 \leq a \leq -4$ $-1 \leq a \leq 4_+$ $-1 \leq a \leq 0$ $-4 \leq a \leq 0$</p>
	<p>Для интервально-заданных чисел $-4 \leq a \leq 1$ и $1 \leq b \leq 4$ выберите интервальное число c, равное разности $a - b$ $-4 \leq c \leq 4$ $0 \leq c \leq 2$ $-5 \leq c \leq -3$ $-8 \leq c \leq 0_+$</p>
	<p>Характеристическое интервально-заданное уравнение третьего порядка имеет бесконечное количество корней три точечных корня четыре точечных корня четыре интервальных корня</p>

№ задания	Формулировка задания
	<p>Выберите полином Харитонов $P(s) = \underline{a_0} + \underline{a_1}s + \overline{a_2}s^2 + \overline{a_3}s^3 + \underline{a_4}s^4 + \overline{a_5}s^5 +$ $P(s) = \underline{a_0} + \underline{a_1}s + \overline{a_2}s^2 + \overline{a_3}s^3 + \underline{a_4}s^4 + \overline{a_5}s^5$ $P(s) = \underline{a_0} + \underline{a_1}s + \underline{a_2}s^2 + \overline{a_3}s^3 + \underline{a_4}s^4 + \overline{a_5}s^5$</p>

	$P(s) = \underline{a_0} + \overline{a_1}s + \underline{a_2}s^2 + \overline{a_3}s^3 + \underline{a_4}s^4 + \overline{a_5}s^5$
	<p>чтобы оценить устойчивость системы с интервальной передаточной функцией $W(s) = \frac{b_1s + b_0}{a_2s^2 + a_1s + a_0}$ достаточно выполнения минимального условия:</p> <p>устойчивости первого полинома Харитонова устойчивости первого и второго полиномов Харитонова устойчивости первых трех полиномов Харитонова положительности всех коэффициентов знаменателя</p>
	<p>достаточным условием устойчивости системы по характеристическому уравнению является</p> <p>положительность действительных частей корней уравнения отрицательность действительных частей всех корней уравнения положительность коэффициентов уравнения равенство нулю действительных частей корней уравнения равенство нулю части коэффициентов уравнения</p>
	<p>методе D-разбиений по двум параметрам координатами являются</p> <p>на каждом графике – один параметр и время на каждом графике - один параметр и частота параметр и скорость его изменения значения обоих параметров</p>

задания	Формулировка задания
	<p>функции принадлежности для нормального нечеткого множества могут принимать</p> <p>всего два значения: 0 и 1 любое значение на интервале [0,1] три значения: 0; 1; 2 любое значение на интервале [0,0.7]</p>
	<p>логическая операция пересечения нечетких множеств А и В</p> <p>$A \subset B$ $B \subset A$ $B \cup A$ $B \cap A$</p>
	<p>операции логического умножения нечетких множеств А и В соответствует зависимость между функциями принадлежности</p> <p>$m_A(x) - m_B(x)$ $m_A(x) + m_B(x)$ $m_A(x) m_B(x)$ $\min(m_A(x), m_B(x))$ $\max(m_A(x), m_B(x))$</p>
	<p>лингвистическая переменная</p> <p>является составной частью нечеткой переменной включает в себя нечеткие переменные не связана с нечеткими переменными дополняет нечеткую переменную</p>

3.2.2 Компетенция УК-2 *Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла*

ИД2

задан ия	Формулировка задания
	<p>Входами нечеткого управляющего контроллера являются нечеткие множества переменных</p> <p>четкие значения переменных</p> <p>лингвистические переменные</p> <p>нечеткие переменные</p>
	<p>дифференциация – это</p> <p>переход от четкой переменной к четкому управлению</p> <p>переход от четкой переменной к нечеткому управлению</p> <p>переход от четкой переменной к лингвистической переменной</p> <p>переход от лингвистической переменной к нечеткой переменной</p> <p>переход от лингвистической переменной к четкой переменной</p>
	<p>в алгоритме Мамдани нечеткий вывод подмножеств выхода осуществляется с применением операций</p> <p>логического умножения</p> <p>алгебраического умножения</p> <p>алгебраического сложения</p> <p>логического включения</p>

3.2.3 Компетенция УК-2 *Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла*

ИД1

	<p>аксоны, это</p> <p>нервные волокна, по которым нейроны передают импульсы</p> <p>нервные волокна, по которым нейроны принимают импульсы</p> <p>специальные образования, определяющие силу передаваемого импульса</p> <p>образования для суммирования нейронами входных импульсов</p>
	<p>искусственный нейрон имеет</p> <p>один выход</p> <p>два выхода</p> <p>три выхода</p> <p>не ограниченное количество выходов</p>
	<p>при обучении искусственной нейронной сети изменяются</p> <p>связи между нейронами</p> <p>функции возбуждения</p> <p>количество слоев нейронов</p> <p>количество нейронов в слое</p> <p>синаптические веса</p>

	<p>ри обучении нейронной сети с учителем ей необходимо предъявлять наборы</p> <p>входных образов синаптических весов значений смещений эталонных выходов</p>
	<p>ри обучении нейронной сети без учителя ей необходимо предъявлять наборы</p> <p>входных сигналов синаптических весов значений смещений эталонных выходов</p>
	<p>рекуррентные нейронные сети относятся к сетям</p> <p>статического типа динамического типа прямого распространения без обратной связи</p>
	<p>нейронные сети прямого распространения относятся к сетям</p> <p>статического типа динамического типа рекуррентным с обратной связью</p>

3.3 Контрольные вопросы для лабораторных занятий

3.3.1 Компетенции УК-2, ИД-1

65. Какие числа называют интервальными?
66. Как задают интервальные числа?
67. Как суммируются интервальные числа?
68. Как вычитаются интервальные числа?
69. Как умножаются интервальные числа?
70. Как делятся интервальные числа?
71. Как выполняются операции между интервальными и точечными числами?
72. Когда равны интервальные числа?
73. Выполняется ли свойство ассоциативности для интервальных чисел? Показать на примере.
74. Выполняется ли свойство дистрибутивности для интервальных чисел? Показать на примере.
75. Что является интервальной матрицей, вектором?
76. Какие матрицы называются точечными?
77. Как суммируются интервальные матрицы?
78. Как умножаются интервальные матрицы?
79. Как записать характеристический полином для интервально-заданного дифференциального уравнения?
80. Как записать характеристический полином для системы с интервально-заданной передаточной функцией?
81. Как записать характеристический полином для системы дифференциальных уравнений, представленных в нормальной форме Коши?
82. Как записать характеристический полином для дифференциального уравнения, записанного в матрично-векторной форме?
83. Какая устойчивость называется робастной?
84. Какие системы называют робастными?
85. Сколько корней имеет точечное характеристическое уравнение 4-го порядка?
86. Сколько корней имеет интервальное характеристическое уравнение 4-го порядка?
87. Что такое «полином Харитонова»?

88. Как записываются полиномы Харитонова?
89. Как оценить устойчивость интервально – заданной системы по критерию Харитонова?
90. Как формулируется критерий устойчивости Михайлова для интервально-заданной системы?
91. Приведите обоснование записи полиномов Харитонова для интервально-заданной системы.

3.3.2 Компетенции УК-2, ИД-2

92. Какое минимальное число полиномов Харитонова должно быть устойчиво для характеристического уравнения третьего порядка, чтобы система была устойчивой?
93. Как найти интервал изменения коэффициента регулятора для замкнутой системы с точно заданным объектом из условия обеспечения устойчивости системы?
94. Как найти интервал изменения коэффициента регулятора для замкнутой системы с интервально-заданным объектом из условия обеспечения устойчивости системы?
95. Как найти область изменения двух коэффициентов регулятора для замкнутой системы с точно заданным объектом из условия обеспечения устойчивости системы?
96. Как найти область изменения двух коэффициентов регулятора для замкнутой системы с интервально-заданным объектом из условия обеспечения устойчивости системы?

3.3.3 Компетенция УК2, ИД1

97. Кем были заложены основы нечеткой логики?
98. Что такое «функция принадлежности» или «характеристическая функция»?
99. Как задается нечеткое множество?
100. Чем отличается четкое множество от нечеткого?
101. Что такое «высота» нечеткого множества?
102. Какие множества называются нормальными, субнормальными?
103. Какое множество является «пустым»?
104. Какое множество называется «унимодальным»?
105. Что такое «точки перехода» множества?
106. Какие вы знаете логические операции с нечеткими множествами?
107. Как определяется логическая операция «включение»?
108. Как определяется логическая операция «дополнение»?
109. Как определяется логическая операция «пересечение»?
110. Как определяется логическая операция «объединение»?
111. Как еще называются операции «пересечение» и «объединение»?
112. Какими свойствами обладают операции «пересечение» и «объединение»?
113. Какие свойства выполняются для четкой логики и не выполняются для нечеткой?
114. Какие арифметические операции с нечеткими множествами вы знаете?
115. Как определяется операция «концентрирования»?
116. Как определяется операция «растяжения»?
117. Как определяется «нечеткая переменная»?
118. Как определяется «лингвистическая переменная»?
119. Что такое «терм-множество»?
120. Что такое «нечеткое высказывание»?
121. Как записывается «нечеткое правило»?

3.3.4 Компетенция УК-2, ИД-2

122. Какие основные этапы содержит алгоритм формирования нечеткого управления?
123. Что такое «фазификация» и «дефазификация»?
124. Как осуществляется фазификация четкой физической переменной?
125. Как объединяются предпосылки (аттецеденты) при построении нечеткого правила?»
126. Как формируется нечеткое множество переменной вывода в алгоритме Мамдани?
127. Как формируется нечеткое множество переменной вывода в алгоритме Ларсена?

3.3.5 Компетенция УК-2, ИД-1

128. Какие основные элементы содержит биологический нейрон?
129. Какие основные элементы содержит искусственный нейрон?
130. Каким выражением определяется текущее состояние искусственного нейрона?

131. Что такое «активационная функция» или «функция возбуждения» нейрона?
 132. В чем достоинство сигмоидальной активационной функции?
 133. Что такое «перцептрон»?
 134. Когда и кем была представлена математическая модель искусственного нейрона?
 135. Как классифицируются нейронные сети?
 136. Какие сети относятся к статическим и динамическим?
 137. В чем заключается процесс обучения нейронных сетей?

3.3.6 Компетенция УК-2, ИД-2

138. Какие методы дефазификации вы знаете?
 139. Как осуществляется дефазификация по методу центроид?
 140. Как осуществляется дефазификация по методу наибольшего значения?
 141. Как происходит процесс обучения с учителем?
 142. Как происходит процесс обучения без учителя?
 143. Как происходит процесс обучения по алгоритму Хебба?
 144. Что собой представляет сеть Кохонена?
 145. Какие основные задачи решают искусственные нейронные сети?
 146. Как используются нейронные сети в системах управления?

3.4 Кейс-задания

3.4.1 Компетенция УК-2, ИД-1

147. Для интервального числа $a=[-2,4]$ записать границы отношения a/a .
Ответ: $a/a=[-2,1]$
 148. Для интервального числа $a=[-2,4]$ записать границы разности $a-a$.
Ответ: $a-a=[-6,6]$
 149. Для интервально-заданных чисел $a=[1,3]$, $b=[-5,0]$ записать сумму, разность, произведение этих чисел
Ответ: $a+b=[-4,3]$, $a-b=[1,8]$, $a*b=[-15,0]$

3.4.2 Компетенция УК-2, ИД-2

150. Запишите полиномы Харитонова для системы управления, описываемой дифференциальным уравнением пятого порядка с интервальными коэффициентами. Запишите необходимые и достаточное условие робастной устойчивости системы с учетом следствий из теоремы Харитонова.

Ответ:

Характеристический полином для уравнения 5-го порядка, начиная с младшего члена

$$P(s) = a_0 + a_1 \cdot s + a_2 \cdot s^2 + a_3 \cdot s^3 + a_4 \cdot s^4 + a_5 \cdot s^5$$

Полиномы Харитонова:

$$P1(s) = \overline{a_0} + \underline{a_1} \cdot s + \underline{a_2} \cdot s^2 + \overline{a_3} \cdot s^3 + \overline{a_4} \cdot s^4 + \underline{a_5} \cdot s^5$$

$$P2(s) = \overline{a_0} + \overline{a_1} \cdot s + \underline{a_2} \cdot s^2 + \underline{a_3} \cdot s^3 + \overline{a_4} \cdot s^4 + \overline{a_5} \cdot s^5$$

$$P3(s) = \underline{a_0} + \overline{a_1} \cdot s + \overline{a_2} \cdot s^2 + \underline{a_3} \cdot s^3 + \underline{a_4} \cdot s^4 + \underline{a_5} \cdot s^5,$$

$$P4(s) = \underline{a_0} + \underline{a_1} \cdot s + \overline{a_2} \cdot s^2 + \overline{a_3} \cdot s^3 + \overline{a_4} \cdot s^4 + \overline{a_5} \cdot s^5$$

Необходимые условия устойчивости:

$$a_0 > 0, a_1 > 0, a_2 > 0, a_3 > 0, a_4 > 0, a_5 > 0$$

Достаточное условие робастной устойчивости системы

Для устойчивости системы 5-го порядка должны выполняться необходимые условия устойчивости и должны быть устойчивыми первые три полинома Харитонова

151. Запишите алгоритм синтеза нечеткого регулятора для объекта с параметрической неопределенностью

Решение:

1) *Фазификация четких переменных для входов и выхода регулятора. Заключается в разработке функций принадлежности для нечетких переменных входов и выхода.*

2) *Разработка нечетких правил, связывающих нечеткие переменные выхода с нечеткими переменными входа.*

3) *Получение логических выражений для переменных выхода и запись по ним функций истинности для нечетких переменных выхода.*

4) *Композиция (объединение) функций истинности и функций принадлежности нечетких переменных выхода. Получение математического описания итоговой функции принадлежности переменной выхода.*

5) *Дефазификация итоговой функции принадлежности переменной выхода. Заключается в математическом описании процедуры получения конкретного значения переменной выхода по итоговой функции принадлежности переменной выхода.*

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценки	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценки	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
УК-2, Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла					
<i>ИД1_{УК-2} – Разрабатывает концепцию проектного решения в рамках обозначенной проблемы, представляет публично результаты проекта и предлагает возможные пути внедрения их в практику</i>					
Знать: <i>основные варианты построения автоматических систем управления при наличии неопределенностей в математическом описании объектов управления</i>	Собеседование (зачет)	знает основные проблемы в области автоматизации, современные методы построения систем управления в условиях неопределенности	обучающийся, ответил на все вопросы, допустил не более одной ошибки	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся, ответил на все вопросы, но допустил две ошибки	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся в ответе допустил более пяти ошибок	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	Тест	Результат тестирования	От 85 до 100% правильных ответов	Отлично	Освоена (повышенный)
			От 75 до 84,9% правильных ответов	Хорошо	Освоена (повышенный)
			От 60 до 74% правильных ответов	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			менее 60% правильных ответов	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
Уметь: <i>выполнять разработку и моделирование робастных систем, систем управления с нечеткой логикой и искусственными нейронными сетями с помощью современных пакетов</i>	Собеседование (вопросы к лабораторным)	знает основные проблемы в области автоматизации, современные методы построения систем управления в условиях неопределенности	обучающийся, ответил на все вопросы, допустил не более одной ошибки	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся, ответил на все вопросы, но допустил две ошибки	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся в ответе допустил более пяти ошибок	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	Тест	Результат тестирования	От 85 до 100% правильных ответов	Отлично	Освоена (повышенный)

<i>программ Matcad, Matlab-Simulink-Simscape</i>			От 75 до 84,9% правильных ответов	Хорошо	Освоена (повышенный)
			От 60 до 74% правильных ответов	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			менее 60% правильных ответов	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
Владеть навыками разработки систем управления объектами с неопределенностями с помощью современных пакетов программ	Кейс-задание	Содержание решения	обучающийся грамотно и без ошибок решил задачу	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил задачу, но в вычислениях допустил ошибки	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения задачи	Зачтено	Освоена (базовый)
			обучающийся не предложил вариантов решения задачи	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
ИД_{2УК-2} – Организует разработку плана реализации проекта, его корректировку и контроль за выполнением на всех этапах жизненного цикла					
Знать алгоритмы разработки проекта и его реализации для систем с нечеткой логикой	Собеседование (зачет)	<i>алгоритмы разработки проекта и его реализации для систем с нечеткой логикой</i>	обучающийся, ответил на все вопросы, допустил не более одной ошибки	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся, ответил на все вопросы, но допустил две ошибки	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся в ответе допустил более пяти ошибок	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	Тест	Результат тестирования	От 85 до 100% правильных ответов	Отлично	Освоена (повышенный)
			От 75 до 84,9% правильных ответов	Хорошо	Освоена (повышенный)
			От 60 до 74% правильных ответов	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			менее 60% правильных ответов	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)