

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Нечёткое моделирование

Направление подготовки

09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность программы
Интеллектуальные системы

Квалификация
Магистр

Форма обучения
очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и
автоматизированных систем

Белгород – 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. N 918
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2022 году.

Составители: к.ф.-м.н.

(ученая степень и звание, подпись)



(А.М.Хлопов)

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
Программного обеспечения вычислительной техники и
автоматизированных систем

« 7 » апреля 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой: к.т.н, доцент

(ученая степень и звание, подпись)

(В.М.Поляков)

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована на заседании кафедры
Программного обеспечения вычислительной техники и
автоматизированных систем

« 7 » апреля 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой: к.т.н, доцент

(В.М.Поляков)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 28 » апреля 2022 г., протокол № 8

Председатель к.т.н., доцент

(ученая степень и звание, подпись)



(А.Н. Семернин)

(инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
	ПК-5 Способен выполнять анализ и постановку новых задач в области разработки математического, алгоритмического и программного обеспечения интеллектуальных систем	ПК-5.1. Исследует и анализирует развитие новых направлений и перспективных методов и технологий в области искусственного интеллекта, участвует в исследовательских проектах по развитию перспективных направлений в области искусственного интеллекта (обработка естественного языка, машинное зрение, нейросети и глубинное обучение, экспертные системы, распознавание текстов/речи/изображений, СППР и др.)	Знания
		ПК-5.2. Осуществляет постановку задач разработки программно-информационных систем искусственного интеллекта	Умения

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-5

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами

Стадия	Наименования дисциплины
1	Интеллектуальные системы
2	Научно-исследовательский семинар
3	Нечеткое моделирование
4	Системы поддержки принятия решений
5	Основы семантического анализа
6	Производственная научно-исследовательская работа
7	Государственная итоговая аттестация

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	55	55
лекции	17	17
лабораторные	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	125	125
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задания	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа по подготовке к аудиторным занятиям (лекции, лабораторные занятия)	121	121
Экзамен	4	4

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Введение					
	Содержание предмета и задачи курса. Обоснование подхода. Принцип несовместимости.	2			11
2. Основные определения и положения теории нечетких множеств					
	Четкое множество, его определение и способы задания. Нечеткое множество, его определение и способы задания	4		8	20

	Алгебра нечетких множеств. Максимальный и вероятностный базис. Законы, которые удовлетворяют нечеткому множеству максимального базиса. Методы построения функций принадлежности. Алгоритм МК выбора альтернатив на основе нечетких множеств.				
3. Выбор альтернатив на основе композиционного правила нечеткого вывода (КПВ)					
	Нечеткая и лингвистическая переменная. Принцип обобщения и его применение в нечеткой логике. Нечеткие отношения. Операции проекции и композиции. Обобщенное правило вывода modus ponens. Применение многозначных логических систем при формализации нечетких правил «Если \tilde{A} , то \tilde{B} ». Алгоритм выбора альтернатив на основе КПВ.	4		10	30
4. Экспертные системы на основе нечеткой логики					
	Понятие экспертной системы, принципы построения, примеры экспертных систем в экономике, социологии, медицине и технике. Задача фаззификации и дефаззификации. Блок выработки решений. Формализация нечетких продукций для n входов. Проблема сложности вычисления КПВ и теорема о декомпозиции. Обобщенное правило modus ponens для n входов. Вывод для блока правил.	4		12	30
5. Обучение нечетких систем на основе эволюционных алгоритмов					
	Классический генетический алгоритм и теоретические основы его функционирования. Эволюционные стратегии (1+1) и (M+L). Эволюционные алгоритмы и нечеткие системы. Подход Мичиган и подход Питтсбург.	3		4	30
	Итого	17		34	121

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр №3				
1	Основные определения и положения теории нечетких множеств Четкое множество, его определение и способы задания. Нечеткое множество, его определение и способы задания Алгебра нечетких множеств. Максимальный и вероятностный базис. Законы,	Многокритериальный выбор альтернатив на основе нечетких множеств.	18	40

	<p>которые удовлетворяют нечеткому множеству максиминного базиса. Методы построения функций принадлежности. Алгоритм МК выбора альтернатив на основе нечетких множеств.</p> <p>Выбор альтернатив на основе композиционного правила нечеткого вывода (КПВ)</p> <p>Нечеткая и лингвистическая переменная. Принцип обобщения и его применение в нечеткой логике. Нечеткие отношения. Операции проекции и композиции. Обобщенное правило вывода modus ponens. Применение многозначных логических систем при формализации нечетких правил «Если \tilde{A}, то \tilde{B}». Алгоритм выбора альтернатив на основе КПВ.</p>			
2	<p>Экспертные системы на основе нечеткой логики</p> <p>Понятие экспертной системы, принципы построения, примеры экспертных систем в экономике, социологии, медицине и технике</p> <p>Задача фаззификации и дефаззификации. Блок выработки решений. Формализация нечетких продукций для n входов. Проблема сложности вычисления КПВ и теорема о декомпозиции.</p> <p>Обобщенное правило modus ponens для n входов. Вывод для блока правил.</p>	Выбор альтернатив на основе композиционного правила нечеткого вывода (КПВ)	6	12
3	<p>Экспертные системы на основе нечеткой логики</p> <p>Понятие экспертной системы, принципы построения, примеры экспертных систем в экономике, социологии, медицине и технике</p> <p>Задача фаззификации и дефаззификации. Блок выработки решений. Формализация нечетких продукций для n входов. Проблема сложности вычисления КПВ и теорема о декомпозиции.</p> <p>Обобщенное правило modus ponens для n входов. Вывод для блока правил.</p>	Экспертные системы на основе нечеткой логики	6	12
4	<p>Обучение нечётких систем на основе эволюционных алгоритмов</p> <p>Классический генетический</p>	Обучение многомерной функции с использованием	4	14

	алгоритм и теоретические основы его функционирования. Эволюционные стратегии (1+1) и (M+L). Эволюционные алгоритмы и нечеткие системы. Подход Мичиган и подход Питтсбург.	генетического алгоритма и нечеткой базы правил.		
ИТОГО:			34	78

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Учебным планом не предусмотрены.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным планом не предусмотрены.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция-ПК-5. Способен выполнять анализ и постановку новых задач в области разработки математического, алгоритмического и программного обеспечения интеллектуальных систем.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-5.1. Исследует и анализирует развитие новых направлений и перспективных методов и технологий в области искусственного интеллекта, участвует в исследовательских проектах по развитию перспективных направлений в области искусственного интеллекта (обработка естественного языка, машинное зрение, нейросети и глубинное обучение, экспертные системы, распознавание текстов/речи/изображений, СППР и др.)	Устный опрос, экзамен, защита отчета
ПВ-5.2. Осуществляет постановку задач разработки программно-информационных систем искусственного интеллекта	Устный опрос, экзамен, защита отчета

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
---	---------------------------------	---------------------------------------

п/п		
1	Введение	Применение нечётких множеств. Обоснование подхода. Принцип несовместимости.
2	Основные определения и положения теории нечетких множеств	Четкое и нечеткое множество. Определение. Примеры для различных типов базового множества. Алгебра нечетких множеств. Законы для нечетких множеств. Расстояние между нечеткими множествами. Индексы нечеткости. Особенности их использования. Классификация и методы построения функции принадлежности.
3	Выбор альтернатив на основе композиционного правила нечеткого вывода (КПВ)	Многокритериальный выбор альтернатив на основе нечетких множеств. Нечеткие запросы к реляционным БД. Их преимущества. Нечеткая и лингвистическая переменная. Примеры. Требования к функциям принадлежности лингвистической переменной. Принцип обобщения. Применение универсальных шкал. Элементы нечеткой логики. Нечеткие отношения. Алгебра нечетких множеств. Операции проекции и композиции. Композиционное правило вывода.
4	Экспертные системы на основе нечеткой логики	Обобщённое правило Modus Ponens. Формулировка. Примеры. Лингвистическая аппроксимация. Задача фузификации и дефузификации. Метод принятия решения на основе композиционного правила вывода. Нечеткие модели управления. Обоснования их использования. Структура АСУТП с использованием систем вычислительного интеллекта. Структура АСУТП с использованием систем вычислительного интеллекта. Нечеткий регулятор. Основные его элементы и математическое обеспечение.
5	Обучение нечётких систем на основе эволюционных алгоритмов	Формализация условных предложений с n-входами. Проблема сложности вычисления композиционного правила вывода. Теорема о декомпозиции. Обобщенное правило «modus ponens» для n-входов. Проектирование систем, основанных на нечеткой логике. Основные этапы. Парадигма вычислительного интеллекта.

**5.2.2. Перечень контрольных материалов
для защиты курсового проекта/ курсовой работы**
Учебным планом не предусмотрены.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме защиты лабораторных работ.

В методических указаниях к выполнению лабораторных работ по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, представлены индивидуальные варианты заданий и перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторной работы проводится в форме устного опроса студента и направлена на проверку степени усвоения материала и понимания теоретических сведений, используемых в процессе выполнения работы; для защиты необходимо представить в печатной (рукописной) форме отчет по лабораторной работе, выполненный самостоятельно и в соответствии со всеми требованиями, приведёнными в методических указаниях к выполнению лабораторных работ. Примерные перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ приведен в таблице:

1. Компетенция ПК-5

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
Знать развитие новых направлений и перспективных методов и технологий в области искусственного интеллекта, участвует в исследовательских проектах по развитию перспективных направлений в области искусственного интеллекта (обработка естественного языка, машинное зрение, нейросети и глубинное обучение, экспертные системы, распознавание текстов/речи/изображений, СППР и др.)	Вопросы при защите лабораторной работы: <ul style="list-style-type: none"> • Нечеткая и лингвистическая переменная. • Требования к лингвистической переменной. • Принцип обобщения и его применение в нечеткой логике. • Нечеткие отношения. Операции и композиции. • Композиционное правило выбора. • Обобщенное правило вывода. • Применение многозначных логических систем при формализации нечетких правил «Если \tilde{A}, то \tilde{B}». • Критерии анализа эффективности различных формализаций нечетких правил «Если \tilde{A}, то \tilde{B}». • Алгоритм выбора альтернатив на основе КПВ.
Уметь осуществлять постановку задач разработки программно-информационных систем искусственного интеллекта	Вопросы при защите лабораторной работы: <ul style="list-style-type: none"> • Суть принципа несовместимости. • Четкое множество, его определение и способы задания. • Нечеткое множество, его определение и способы задания. • Нечеткое множество, примеры для различного типа базового множества. • Алгебра нечетких множеств. Максимальный и вероятностный базис. Законы, которые удовлетворяют нечеткому множеству максимального базиса.

	<ul style="list-style-type: none"> • Индексы нечеткости и особенности их использования, расстояние между нечеткими множествами. • Методы построения функций принадлежности. • Алгоритм МК выбора альтернатив на основе нечетких множеств. • Вербальное задание решающего правила в общем виде. • Нечеткие запросы к реляционной базе данных.
--	---

Критерии оценки лабораторной работы: лабораторная работа считается защищенной, если студент выполнил задание к работе полностью и во время устного опроса по работе правильно ответил на заданные преподавателем дополнительные вопросы.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение решать стандартные профессиональные задачи с применением методов анализа данных
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач
	Умение проверять решение и анализировать результаты
Навыки	Владение навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
	Качество выполнения исследований объектов профессиональной деятельности
	Самостоятельность выполнения исследований объектов профессиональной деятельности.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Знание основных терминов, понятий, структур	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Объем усвоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на поставленные вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения ответов на вопросы	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Способность полно ответить на поставленный вопрос по лабораторной работе	Не способен ответить на поставленный вопрос по лабораторной работе	Способен полно ответить на поставленный вопрос по лабораторной работе
Умение дополнить и изменить свою программу в соответствии с поставленной задачей	Не умеет дополнить и изменить свою программу в соответствии с поставленной задачей	Умеет самостоятельно дополнить и изменить свою программу в соответствии с поставленной задачей
Умение разработать алгоритм по поставленному заданию	Не умеет разработать алгоритм по поставленному заданию	Умеет самостоятельно разработать алгоритм по поставленному заданию

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Навык самостоятельной разработки приложения	Не способен самостоятельно разработать приложение	Способен самостоятельно разработать приложение
Навык работы в разработанных системах	Не имеет навыка работы в разработанных системах	Имеет твердые навыки работы в разработанных системах
Навык правильности выбора	Не способен правильно выбрать алгоритм	Способен правильно выбрать алгоритм

алгоритма построения архитектуры		
--	--	--

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная установка, экран, доски
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Специализированная мебель. Компьютеры на базе процессоров Intel или AMD.
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1.	ОС Ubuntu 20.1	Свободно распространяемое ПО
2.	Python 3.8 и выше	Свободно распространяемое ПО
3.	Microsoft Visual Studio 2013	Подписка Microsoft Imagine Premium id: 6f22ecb4-6882-420b-a39b-afba0ace820c.

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Афонин В.В. Моделирование систем [Электронный ресурс] / В.В. Афонин, С.А. Федосин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 269 с. — (Доступ: <http://www.iprbookshop.ru/52179> - ЭБС «IPRbooks», по паролю).
2. Борисов В.В., Федулов А.С., Зернов М.М. Основы теории нечетких множеств. Учебное пособие для вузов. -М.: Горячая линия-Телеком. 2017.- 122с.
3. Синюк В.Г. Нечеткое моделирование: лабораторный практикум/ Учебное Пособие. – Белгород изд. БГТУ, 2019. - 105с.
4. Черняева С.Н. Имитационное моделирование систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Н. Черняева, В.В. Денисенко. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 96 с. — (Доступ: <http://www.iprbookshop.ru/50630> - ЭБС «IPRbooks», по паролю).
5. Ярушкина, Н. Г. Основы теории нечетких и гибридных систем: учеб. пособие для вузов / Н. Г. Ярушкина. - М.: Финансы и статистика, 2004. – 319 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех») — Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru>

2. Электронно-библиотечная система IPRbooks — Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» — Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО