

УТВЕРЖДАЮ  
 Первый проректор,  
 проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

«30» 06 2020

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Б1.В.10</b>	<b>Нечеткое моделирование задач управления и диагностирования</b>
<small>(Индекс дисциплины)</small>	<small>(Наименование дисциплины)</small>
Кафедра: <b>1</b>	<b>Автоматизации производственных процессов</b>
<small>Код</small>	<small>Наименование кафедры</small>
Направление подготовки:	<b>15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств</b>
Профили подготовки:	<b>Автоматизация и управление</b>
Уровень образования:	<b>Магистратура</b>

### План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	<b>144</b>		
	Аудиторные занятия	<b>51</b>		
	Лекции	17		
	Лабораторные занятия	17		
	Практические занятия	17		
	Самостоятельная работа	48		
	Промежуточная аттестация	<b>45</b>		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	3		
	Зачет			
	Контрольная работа			
	Курсовой проект (работа)			
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>4</b>		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная			<b>4</b>									
Очно-заочная												
Заочная												

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению: 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 2: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
 Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

Подготовить студента к самостоятельному применению методов нечеткого моделирования при исследовании, проектировании автоматизированных производственных систем. Формирование компетенций обучающегося в области нечеткого моделирования автоматизированных систем.

## 1.3. Задачи дисциплины

Изучить основы теории нечетких множеств и нечеткой логики  
 Освоить процесс нечеткого моделирования, алгоритмы нечеткого вывода в среде MATLAB и fuzzy TECH.

## 1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-15	способностью разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемой продукции, производственных и технологических процессов, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, проводить анализ, синтез и оптимизацию процессов автоматизации, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством на основе проблемно-ориентированных методов	1
<b>Планируемые результаты обучения</b> <b>Знать:</b> Теоретические модели, позволяющие исследовать технологические процессы, системы автоматизации, <b>Уметь:</b> Разрабатывать нечеткие модели систем автоматизации <b>Владеть:</b> Навыками нечеткого моделирования задач систем автоматизации. .		

## 1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

ПК – 15: Математическое моделирование

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Основные понятия теории нечетких множеств.</b>			
Тема 1. История развития теории и приложений нечетких множеств и нечеткой логики.	8		
Тема 2. Основные характеристики нечетких множеств. Основные типы функций принадлежности. Некоторые рекомендации по построению функций принадлежности. Операции над нечеткими множествами.	14		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Тема 3. Нечеткая и лингвистическая переменные Нечеткие величины, числа и интервалы. Операции над нечеткими числами и интервалами, задаваемыми различными функциями.	12		
Текущий контроль 1 (опрос)	2		
<b>Учебный модуль 2. Основы нечеткой логики. Системы нечеткого вывода.</b>			
Тема 4. Основные логические операции с нечеткими высказываниями. Понятие нечеткого высказывания и нечеткого предиката. Правила нечетких продукций.	14		
<b>Тема 5.</b> Базовая архитектура систем нечеткого вывода. Правила нечетких продукций в системах нечеткого вывода. Алгоритм вывода. Основные этапы нечеткого вывода. Формирование базы правил нечеткого вывода. Основные алгоритмы нечеткого вывода.	14		
Текущий контроль 2 (опрос)			
<b>Учебный модуль 3. Использование систем нечеткого вывода в задачах анализа, диагностирования и управления процессами.</b>			
Тема 6. Понятие об языке нечеткого управления – FCL. Концептуальные основы нечеткого управления. Базовая нотация языка нечеткого управления FCL. Основные элементы, ключевые слова, интерфейс функционального блока. Пример разработки и записи нечетких моделей на языке FCL.	14		
Тема 7. Примеры использования систем нечеткого вывода в задачах анализа, диагностирования и управления процессами. Направления развития нечетких математических методов анализа процессов и производств	17		
Текущий контроль 3 (опрос)	2		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)</b>	<b>45</b>		
<b>ВСЕГО:</b>	<b>144</b>		

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	3	2				
2	3	2				
3	3	2				
4	3	2				
5	3	2				
6	3	3				
7	3	4				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>17</b>				

#### 3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1, 2, 3	Работа с нечеткими величинами	3	2				
4	Составление базы правил	3	2				
5	Освоение системы	3	6				

Номера изучаемых тем	Наименование занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	нечеткого вывода						
6	Пример разработки и записи нечетких моделей на языке FCL.	3	4				
7	Направления развития нечетких математических методов анализа процессов и производств	3	3				
<b>ВСЕГО:</b>			17				

### 3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
5	Моделирование функций принадлежности в среде MATLAB и fuzzy TECH	3	4				
5	Составление нечетких правил в среде MATLAB и fuzzy TECH	3	2				
7	Нечеткое моделирование систем управления технологическими объектами в среде MATLAB и fuzzy TECH	3	11				
<b>ВСЕГО:</b>			17				

## 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2,3	Опрос	3	3				

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	3	10				
Подготовка к лабораторным занятиям	3	18				
Подготовка к практическим занятиям	3	20				
Подготовка к экзамену	3	45				
<b>ВСЕГО:</b>			93			

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Лекция-диалог	8		
Практические занятия	Дискуссия по темам, приведенных в табл.3.2	10		
Лабораторные занятия	Анализ алгоритма нечеткого моделирования задачи под руководством преподавателя.	4		
<b>ВСЕГО:</b>		22		

## 7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Аудиторная активность: посещение лекций, лабораторных и практических занятий, прохождение промежуточного опроса	40	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 балл за каждое занятие (всего 51 занятие), максимум 51 балла</li> <li>2 балла за каждый правильный ответ на вопрос текущего контроля (всего 17 вопросов), максимум 34 баллов</li> <li>2 балла за своевременное выполнение лабораторной работы и отчета по практическим занятиям с представлением отчета (максимум 15 баллов)</li> </ul>
2	Подготовка и представление устных докладов, либо участие в студенческой конференции «Дни науки» с публикацией тезисов доклада	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>50 баллов за доклад на занятии (всего 1 доклад в семестре), максимум 50 баллов;</li> <li>30 баллов за выступление на конференции, либо до 50 баллов за доклад, занявший одно из первых трех мест на конференции, максимум 50 баллов.</li> </ul>
3	Сдача экзамена	40	Ответ на каждый из двух вопросов билета (полнота, владение терминологией, затраченное время) – максимум за два ответа 100 баллов.
<b>Итого (%):</b>		100	

### Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале
86 - 100	Зачтено
75 – 85	
61 – 74	
51 - 60	
40 – 50	
17 – 39	Не зачтено
1 – 16	
0	

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

#### а) основная учебная литература

1. Леоненков А. Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH. – СПб: «БХВ – Петербург», 2012 г. – 720 с. ISBN, 5-94157-087-2 [www. ipr bookshop. Ru](http://www.ipr-bookshop.ru)

- б) дополнительная учебная литература
2. Сигачева В. В. Нечеткое моделирование задач управления и диагностирования [Электронный ресурс]: методические указания /— СПб.: СПГУТД, 2013.— 25 с.  
Режим доступа: [http://publish.sutd.ru/tp\\_ext\\_inf\\_publish.php?id=1480](http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1480), по паролю
  3. Сигачева В. В. Проектирование автоматизированных систем управления: СПб. СПГУТД, 2009. Учебное пособие - 243 с  
Режим доступа: [http://publish.sutd.ru/tp\\_ext\\_inf\\_publish.php?id=139](http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=139) по паролю.
  4. Статьи в научных журналах по тематике курса
  5. Интернет

### 8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Программное обеспечение компьютерного класса кафедры АПП, необходимое для выполнения практических и лабораторных работ.  
Пункты 1,2, 3, 4, 5 основной и дополнительной литературы

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. <http://publish.sutd.ru/>
- 2 Интернет-ресурс. Справочные материалы MATLAB и fuzzy TECH
3. Электронная библиотечная система IPR books по всем отраслям знаний. Условия доступа: Ин-дивидуальный Логин и пароль можно получить, направив запрос на эл. почту [inform@sutd.ru](mailto:inform@sutd.ru).
4. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки СПГУПТД.. Условия доступа: компьютер с доступом к сети Интернет
5. Электронная библиотека учебных изданий СПГУПТД. (содержит версии монографий, учебников, учебных пособий, методических указаний, начиная с 2007г.)  
Условия допуска: см. <http://publish.sutd.ru/ru/doccs/help.htm>
- 6.. Электронная кафедральная электронная библиотека. Содержит версии учебников, учебных пособий, методических указаний кафедральных авторов. Условия допуска: компьютер с доступом к сети Интернет. Сайт, логин и пароль выдается на кафедре студентам, обучающимся на кафедральных направлениях

### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Windows 10 Pro  
Office Std  
Octave, John W. Eaton

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Учебная аудитория для проведения лекций и самостоятельной работы студентов оснащена компьютерной видеопроекционной системой, Позволяет демонстрировать на экран учебные матери-алы с любых электронных носителей. Оперативно входить в кафедральную электронную базу, при необходимости в электронный каталог университетской библиотеки.
2. Компьютерный учебный класс. Содержит 17 модулей, объединенных в единую, управляемую преподавателем сеть. Используется: для проведения практических занятий, выполнения студентами курсовых и дипломных работ, компьютерного тестирования студентов и др.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Лекции обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. На лекциях излагается основное содержание курса, иллюстрируемое конкретными примерами, широко используется зарубежный и отечественный опыт по соответствующей тематике. Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• проработка рабочей программы в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины;</li> <li>• конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</li> <li>• работа с теоретическим материалом (конспектирование источников): найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе.</li> </ul> <p>Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии.</p>
Практические занятия	На практических занятиях разъясняются методы выполнения всех этапов нечеткого моделирования. Обсуждаются темы, приведенные в табл.3.2 и выполняются соответствующие практические работы.
Лабораторные занятия	Лабораторные занятия способствуют развитию практических навыков владения изучаемыми методами нечеткого моделирования устройств автоматизации.
Самостоятельная работа	<p>Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации, а также подготовки к зачету. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться под руководством преподавателя.</p> <p>При подготовке к зачету необходимо ознакомиться с перечнем вопросов, проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя</p>

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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

#### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК- 15	<p>Излагает способ составления нечетких моделей задач управления объектами.</p> <p>Выполняет нечеткое моделирование задачи управления в среде Fuzzy TECH.</p> <p>Составляет и решает нечеткую модель диагностики или управления объектом в среде Fuzzy TECH</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Кейс-задания</p>	Перечень вопросов для устного собеседования (17) кейс-задания. (3)

#### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций Критерии оценивания сформированности компетенций

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
		Устное собеседование
86 – 100	5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу.
75 – 85	4 (хорошо)	Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный.



61 – 74		Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.
51 - 60	3 (удовлетворительно)	Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам.
40 – 50		Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание важных терминов.
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки.
1 – 16		Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины.
0		Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки)

## 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

### 10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	История развития теории и приложений нечетких множеств и нечеткой логики.	1
2	Основные характеристики нечетких множеств. Операции над нечеткими множествами.	2
3	Основные типы функций принадлежности.	2
4	Нечеткая и лингвистическая переменные	3
5	Нечеткие величины, числа и интервалы.	3
6	Операции над нечеткими числами и интервалами, задаваемыми различными функциями.	4
7	Основные логические операции с нечеткими высказываниями.	4
8	Базовая архитектура систем нечеткого вывода	5
9	Правила нечетких продукций в системах нечеткого вывода	5
10	Основные этапы нечеткого вывода.	5
11	Формирование базы правил нечеткого вывода.	5
12	Основные алгоритмы нечеткого вывода.	5
13	Понятие об языке нечеткого управления – FCL.	6
14	Примеры использования систем нечеткого вывода в задачах анализа процессов.	7
15	Примеры использования систем нечеткого вывода в задачах прогнозирования ТС механизмов.	7
16	Примеры использования систем нечеткого вывода в задачах управления процессами.	7
17	Направления развития нечетких математических методов анализа	7

### Вариант тестовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций.

Не предусмотрены.

### 10.2.2. Перечень тем докладов (рефератов, эссе, пр.), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

Не предусмотрены

### Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач (кейсов)	Ответ
1	Формирование базы правил нечеткого вывода.	База правил нечеткого вывода составляется на основе опыта предыдущих исследований и логических умозаключений с последующим уточнением по результатам расчета
2	Основные алгоритмы нечеткого вывода.	Основные алгоритмы: Мамдани, Сугено, Цукамото.
3	Основное содержание алгоритма	

	Мамдани	
4	Пример использования систем нечеткого вывода в задачах управления процессами.	

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

**10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена и порядок ликвидации академической задолженности**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета )

**10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная\*

*\*В случае указания формы «Иная» требуется дать подробное пояснение*

**10.3.3. Особенности проведения экзамена**

- Не допускается использование текста лекций и интернет-пособий.
- Время на подготовку ответа на экзамене не превышает 40 минут.