

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 5

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

д.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Е.А. Фролова

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«10» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Нечеткая логика для процессов классификации видов дефектов и несоответствий»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	27.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Управление качеством
Наименование направленности	Цифровое качество и проектирование продукции
Форма обучения	заочная
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Проф., д.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата 10.02.2025)

Е.А. Фролова

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 5

«10» февраля 2025 г, протокол № 01-02/2025

Заведующий кафедрой № 5

д.т.н., доц.

(уч. степень, звание)

(подпись, дата 10.02.2025)

Е.А. Фролова

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата 10.02.2025)

Н.Ю. Ефремов

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Нечеткая логика для процессов классификации видов дефектов и несоответствий» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 27.03.02 «Управление качеством» направленности «Цифровое качество и проектирование продукции». Дисциплина реализуется кафедрой «№5».

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ПК-6 «Способен применять технологии искусственного интеллекта в профессиональной деятельности»

ПК-11 «Способен осуществлять контроль реализации плана мероприятий по повышению качества управления ресурсами организации»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с использованием математического аппарата нечеткой логики в управлении качеством продукции, в частности, для процессов классификации видов дефектов и несоответствий

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Цели преподавания дисциплины – предоставить обучающемуся необходимый инструмент для решения задач, связанных с использованием математического аппарата нечеткой логики в управлении качеством продукции, в том числе, для процессов классификации видов дефектов и несоответствий

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-6 Способен применять технологии искусственного интеллекта в профессиональной деятельности	ПК-6.3.2 знать методы имитационного моделирования
Профессиональные компетенции	ПК-11 Способен осуществлять контроль реализации плана мероприятий по повышению качества управления ресурсами организации	ПК-11.У.1 уметь применять методы квалитметрического анализа при управлении ресурсами организации ПК-11.В.1 владеть навыками контроля реализации плана мероприятий по повышению качества управления ресурсами организации

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися:

- «Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра»;
- «Математика. Математический анализ»;
- «Математика. Теория вероятностей и математическая статистика».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Инновационное предпринимательство»,
- «Средства и методы управления качеством».

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№6
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	2/ 72	2/ 72
<b>Из них часов практической подготовки</b>	2	2
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	4	4
в том числе:		
лекции (Л), (час)	2	2
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	2	2
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	68	68
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

- 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.  
Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<b>Семестр 6</b>					
Раздел 1. Системы нечеткого вывода Тема 1.1. Что такое нечеткая логика? Элементы математической логики. Нечеткие утверждения и нечеткие множества. Степень истинности. Тема 1.2. Функции принадлежности. Лингвистические переменные и термы. Тема 1.3. Фаззификация. Входные и выходные переменные. Нечеткие правила. Системы нечеткого вывода. Операции с нечеткими утверждениями (И, ИЛИ, НЕ).	1				22
Раздел 2. Операции с нечеткими множествами Тема 2.1. Объединение, пересечение, дополнение. Тема 2.2. Алгоритмы нечеткого вывода Мамдани и Сугено. Тема 2.3. Области применения: нечеткое управление, нечеткое моделирование, нечеткое принятие решений.	1				22

Раздел 3. Практика применения Тема 3.1. Элементы теории автоматического управления. Обратная связь. Критерии качества управления. ПИД-регуляторы. Нечеткие регуляторы. Тема 3.2. Нечеткая логика для процессов классификации видов дефектов и несоответствий					24
Итого в семестре:	2	2			68
Итого	2	2	0	0	68

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	Системы нечеткого вывода Тема 1.1. Что такое нечеткая логика? Элементы математической логики. Нечеткие утверждения и нечеткие множества. Степень истинности. Тема 1.2. Функции принадлежности. Лингвистические переменные и термы. Тема 1.3. Фаззификация. Входные и выходные переменные. Нечеткие правила. Системы нечеткого вывода. Операции с нечеткими утверждениями (И, ИЛИ, НЕ).
<b>2</b>	Операции с нечеткими множествами Тема 2.1. Объединение, пересечение, дополнение. Тема 2.2. Алгоритмы нечеткого вывода Мамдани и Сугено. Тема 2.3. Области применения: нечеткое управление, нечеткое моделирование, нечеткое принятие решений.

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6					
1	Основы работы с языком R в RStudio	Занятия по моделированию реальных условий	1	1	3
2	Нечеткая логика для процессов классификации видов дефектов и несоответствий	Занятия по моделированию реальных условий	1	1	3
Всего			2		

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
	Всего			

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	38	38
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)	10	10
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	68	68

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
<a href="https://znanium.ru/catalog/product/2125657">https://znanium.ru/catalog/product/2125657</a>	Емельянов, С. Г. Автоматизированные нечетко-логические	

	системы управления : монография / С.Г. Емельянов, В.С. Титов, М.В. Бобыр. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 175 с.	
<a href="https://e.lanbook.com/book/183718">https://e.lanbook.com/book/183718</a>	Нечеткое моделирование и управление в технических системах : учебное пособие для вузов / Ю. И. Кудинов, Ф. Ф. Пащенко, И. Ю. Кудинов, А. Ф. Пащенко. — 3-е изд., стер. — Санкт- Петербург : Лань, 2022. — 208 с.	
<a href="https://znanium.ru/catalog/product/1900641">https://znanium.ru/catalog/product/1900641</a>	Прикладные нейро- нечеткие вычислительные системы и устройства : монография / М.В. Бобыр, С.Г. Емельянов, А.Е. Архипов, Н.А. Милостная. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 263 с.	
<a href="https://znanium.ru/catalog/product/1874889">https://znanium.ru/catalog/product/1874889</a>	Броневиц, А. Г. Нечеткие модели анализа данных и принятия решений : учебное пособие / А. Г. Броневиц, А. Е. Лепский ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». - Москва : Изд. дом Высшей школы экономики, 2022. - 266 с.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов  
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="https://cran.r-project.org/web/packages/available_packages_by_name.html">https://cran.r-project.org/web/packages/available_packages_by_name.html</a>	Available CRAN Packages By Name

## 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1	MS Windows (MacOS, Linux)
2	MS Office (Libre Office)
3	R Studio с установленным языком R с пакетом sets

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	<b>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа</b> – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).	
2	<b>Учебная аудитория для проведения практических занятий</b> - укомплектована специализированной мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечена доступом в электронную информационно-образовательную среду ГУАП	
3	<b>Помещение для самостоятельной работы</b> – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.	
4	<b>Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации</b> - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими	

	средствами обучения, служащими для представления учебной информации.	
--	--	--

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Понятие нечеткого множества. Отличия нечёткого множества от обычного множества	ПК-6.3.2
2	Перечислите аксиомы меры нечеткости	ПК-11.У.1
3	Сравните расстояния между двумя произвольными нечеткими множествами по Хеммингу и Евклиду для дискретного и непрерывного носителя	ПК-11.В.1
4	Что называется носителем нечеткого множества?	ПК-6.3.2
5	Определения точки перехода, унимодальной функции принадлежности, нормального и субнормального нечеткого множества	ПК-11.У.1
6	Придумайте пример вычисления индексов нечеткости по Хеммингу и Евклиду для дискретного и непрерывного носителя.	ПК-11.В.1
7	Свойства операций над обычными и нечеткими множествами. Какие важнейшие логические законы не выполнимы над нечеткими множествами?	ПК-6.3.2
8	Определение Т-нормы и Т-конормы. Для чего введены эти понятия?	ПК-11.У.1
9	Свойства операций над обычными и нечеткими множествами. Какие важнейшие логические законы не выполнимы над нечеткими множествами?	ПК-11.В.1
10	Если в качестве операций дополнения, пересечения и объединения взять другие определенные Т-нормы и Т-конормы, можно ли утверждать, что все свойства операций над нечеткими множествами сохранятся?	ПК-6.3.2
11	Операции умножения нечетких множеств, возведения в целую неотрицательную степень, умножения на число.	ПК-11.У.1
12	Определение алгебраических операций над нечеткими числами.	ПК-11.В.1
13	Принцип обобщения для нечетких множеств. Границы его применимости и практическую значимость.	ПК-6.3.2
14	Нечеткое бинарное отношение	ПК-11.У.1
15	Способы задания нечетких бинарных отношений	ПК-11.В.1

16	Декомпозицией нечеткого отношения	ПК-11.В.1
17	Определение понятия «опосредованное влияние»	ПК-6.3.2
18	Что называют термом? В чем принципиальное различие атомарного и составного термов?	ПК-11.У.1
19	Определение составной лингвистической переменной	ПК-11.В.1
20	Даны нечеткие числа: $a = \{\text{немного меньше } 4\}$ , $b = \{\text{около } 5\}$ . Выступая в роли эксперта, запишите нечеткие числа $a$ и $b$ в форме объединения точечных нечетких множеств. Найти сумму: $a + b$ .	ПК-11.У.1
21	Дано нечеткое множество $A = 0,1/3 + 0,3/5 + 0,5/6 + 0,9/7 + 0,5/9 + 0,3/12$ . 1) Постройте функцию принадлежности нечеткого множества $A$ . 2) Запишите несущее множество. 3) Найдите точки перехода для множества $A$ , если таковые существуют. 4) Если множество является субнормальным, нормируйте его.	ПК-6.3.2
22	Определение булевой переменной. Основные формулы булевой алгебры	ПК-11.У.1
23	Числа $a$ и $b$ являются числами (L-R)-типа: $A = \int_{x \in [1,4]} \frac{x-1}{3} / x + \int_{x \in (4,8]} \frac{8-x}{4} / x$ $B = \int_{x \in [5,8]} \frac{x-5}{3} / x + \int_{x \in (8,15]} \frac{15-x}{7} / x$ Сделать чертеж функций принадлежности и найти произведение нечетких чисел	ПК-11.В.1
24	Пусть $B = 0,1/1 + 0,3/3 + 0,4/4 + 0,6/8 + 1/10$ . Разложить нечеткое множество по множествам уровня. Примечание. В качестве значений $\alpha$ -уровня взять все значения функции принадлежности нечеткого множества $B$ .	ПК-6.3.2
25	Функции нечетких булевых переменных над тождествами.	ПК-11.У.1
26	Определение функций нечетких булевых переменных.	ПК-11.В.1
27	Нечёткие экстремумы нечётких чисел. Сравнение двух нечётких чисел. Что называют нечетким минимумом и максимумом нечетких чисел? Как сравнить два нечетких числа?	ПК-11.У.1
28	Дано нечеткое множество: $A = 0,3/1 + 0,7/3 + 1/5 + 0,9/7$ . Найти множество $KA$ , используя оператор увеличения нечеткости $K$ : $K = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,9 & 1 & 0,1 \\ 0 & 0,1 & 0,8 & 0,5 \\ 0 & 0,2 & 0,6 & 0,9 \end{pmatrix}$	ПК-11.В.1

29	<p>На универсальном множестве:</p> $A = 0,2/a + 0,7/b + 1/d + 0,2/e + 0,8/f;$ $B = 0,4/a + 0,6/b + 0,5/c + 0,9/d + 1/e + 0,5/g;$ $C = 0,1/a + 0,5/b + 0,5/c + 0,7/d + 0,4/e + 0,1/g;$ <p>Найти множества: <math>A \cap B, A \cup C, \bar{A} \cap C \cup \bar{B}</math></p>	ПК-6.3.2
30	<p>Даны нечеткие числа: <math>a = \{\text{немного меньше } 6\}</math>, <math>b = \{\text{примерно } 8\}</math>.</p> <p>Выступая в роли эксперта запишите нечеткие числа <math>a</math> и <math>b</math> в форме объединения точечных нечетких множеств.</p> <p>Найти разность: <math>b - a</math>.</p>	ПК-11.У.1

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	<p>Дано нечеткое множество <math>A=0,1/3+0,3/5+0,5/6+0,9/7+0,5/9+0,3/12</math>.</p> <p>Несущее множество равно</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>U=\{1,2,3,5,6,7,8,9,10\}</math></li> <li><math>U=\{3,5,6,7,9,12\}</math></li> </ol> <p><u><math>U=\{3,5,6,7\}</math></u></p>	ПК-11.В.1
2	<p>Дано нечеткое множество <math>A=0,1/3+0,3/5+0,5/6+1/7+0,5/9+0,3/12</math>.</p> <p>Точки перехода для множества <math>A</math>, если таковые существуют.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1</li> <li>7</li> </ol> <p><b><u>6,9</u></b></p>	ПК-11.У.1
3	<p>Множество <math>A=0,1/3+0,3/5+0,5/6+0,9/7+0,5/9+0,3/12</math>.</p> <p>Является</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>Субнормальным;</b></li> <li>Нормальным</li> <li>Несущим</li> </ol>	ПК-11.В.1
4	<p>Дано нечеткое множество: <math>A=0,1/3+0,3/5+0,5/6+0,9/7+0,5/9+0,3/12</math>.</p> <p>Нормированное множество имеет вид</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>A_{\text{норм}}=0,1/3+0,3/5+0,5/6+1/7+0,5/9+0,3/12</math>.</li> </ol>	ПК-11.У.1

	<p>2) <math>A_{\text{норм}} = \frac{1}{9}/3 + \frac{1}{3}/5 + \frac{5}{9}/6 + 1/7 + \frac{5}{9}/9 + \frac{1}{3}/12.</math></p> <p><math>A_{\text{норм}} = 1/7 + \frac{5}{9}/9 + \frac{1}{3}/12.</math></p>	
5	<p>Дано нечеткое множество: <math>A = 0,3/5 + 0,7/7 + 1/12 + 0,9/18 + 0,4/20.</math>  Множество <math>\text{CON}(A)</math> равно</p> <p>1) <u><math>\text{CON}(A) = 0.09/5 + 0.49/7 + 1/12 + 0.81/18 + 0.16/20</math></u>  2) <math>\text{CON}(A) = 0.55/5 + 0.84/7 + 1/12 + 0.95/18 + 0.63/20</math>  <math>\text{CON}(A) = 0.3/5 + 0.7/7 + 1/12 + 0.9/18 + 0.4/20</math></p>	ПК-11.В.1
6	<p>Дано нечеткое множество: <math>A = 0,3/5 + 0,7/7 + 1/12 + 0,9/18 + 0,4/20.</math>  Множество <math>\text{DIL}(A)</math> равно</p> <p>1) <math>\text{DIL}(A) = 0.09/5 + 0.49/7 + 1/12 + 0.81/18 + 0.16/20</math>  2) <u><math>\text{DIL}(A) = 0.55/5 + 0.84/7 + 1/12 + 0.95/18 + 0.63/20</math></u>  3) <math>\text{DIL}(A) = 0.3/5 + 0.7/7 + 1/12 + 0.9/18 + 0.4/20</math></p>	ПК-11.У.1
7	<p>Дано нечеткое множество:  <math>A = 0,3/1 + 0,5/2 + 0,2/3 + 0,7/4 + 0,6/5</math>  Индекс нечеткости по метрике Хемминга для множеств <math>A</math> равен</p> <p>1) 1,7  2) <u>0,68</u>  3) 0,992</p>	ПК-11.В.1
8	<p>Дано нечеткое множество:  <math>A = 0,3/1 + 0,5/2 + 0,2/3 + 0,7/4 + 0,6/5</math>  Индекс нечеткости по метрике Евклида для множеств <math>A</math> равен</p> <p>1) 1,7  2) 0,68  <u>0,992</u></p>	ПК-11.У.1
9	<p>На универсальном множестве  <math>U = \{a, b, c, d, e\}</math> заданы нечеткие множества  <math>A = 0,2/a + 0,7/b + 1/d + 0,2/e + 0,8/f;</math>  <math>B = 0,4/a + 0,6/b + 0,5/c + 0,9/d + 1/e + 0,5/g.</math></p> <p>Множество <math>A \cap B</math> равно:</p> <p>1) <math>A \cap B = 0,2/a + 0,6/b + 0,9/d + 0,2/e</math>  2) <math>A \cap B = 0,2/a + 0,6/b + 0,5/c + 0,9/d + 0,2/e</math>  <u><math>A \cap B = 0,2/a + 0,6/b + 0,5/c + 0,9/d + 0,2/f</math></u></p>	ПК-11.В.1
10	<p>На универсальном множестве  <math>U = \{a, b, c, d, e\}</math> заданы нечеткие множества</p> <p><math>A = 0,2/a + 0,7/b + 1/d + 0,2/e + 0,8/f;</math>  <math>B = 0,4/a + 0,6/b + 0,5/c + 0,9/d + 1/e + 0,5/g.</math></p> <p>Множество <math>A \cup B</math> равно:</p> <p>1) <math>A \cup B = 0,2/a + 0,6/b + 0,9/d + 0,2/e</math>  2) <math>A \cup B = 0,2/a + 0,6/b + 0,5/c + 0,9/d + 0,2/e</math>  <u><math>A \cup B = 0,4/a + 0,7/b + 0,5/c + 1/d + 1/e + 0,8/f</math></u></p>	ПК-11.У.1
11	<p><math>A = 0,3/1 + 0,7/3 + 0,9/7.</math>  Оператор увеличения нечеткости <math>K</math>:</p>	ПК-11.В.1

	$K = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,7 & 1 \\ 0,7 & 0,5 & 0 \\ 0,8 & 0,6 & 0,5 \end{pmatrix}$ <p>Множество <b>КА</b> равно</p> <p>1) <math>KA=0,9/1 + 0,35/3 + 0,45/7</math></p> <p>2) <math>KA=0,3/1 + 0,7/3 + 0,8/7</math></p> <p><math>KA=1/1 + 0,5/7</math></p>	
12	<p>Какое из нечетких множеств может формализовать высказывание «немного меньше б»</p> <p><b>1) <math>A = 0,1/1+0,3/2+0,5/3+ 0,7/4 + 0,9/5</math>.</b></p> <p>2) <math>B = 0,2/6 + 0,8/7 + 1/8 + 0,8/9 + 0,2/10</math>.</p> <p>3) <math>C = 0,3/5+0,7/7+1/12+0,9/18+0,4/20</math></p>	ПК-11.У.1
13	<p>Какое из нечетких множеств может формализовать высказывание «примерно 8»</p> <p>1) <math>A = 0,1/1+0,3/2+0,5/3+ 0,7/4 + 0,9/5</math>.</p> <p><b>2) <math>B = 0,2/6 + 0,8/7 + 1/8 + 0,8/9 + 0,2/10</math>.</b></p> <p>3) <math>C = 0,3/5+0,7/7+1/12+0,9/18+0,4/20</math></p>	ПК-11.В.1
14	<p>Какой тройкой параметров определяется нечеткое число</p> $A = \int_{x \in [3,7]} \frac{x-3}{4} / x + \int_{x \in (7,9]} \frac{9-x}{2} / x$ <p>1) <math>A = \{7, 4, 2\}</math></p> <p>2) <math>A = \{9, 4, 2\}</math></p> <p>3) <math>A = \{7, 3, 9\}</math></p>	ПК-11.У.1
15	<p>Слово или группа слов, являющихся значениями лингвистической переменной называется</p> <p>1) подтерм</p> <p>2) имя</p> <p><b>3) терм</b></p>	ПК-11.3.1
16	<p>Логический элемент, реализующий объединение интервалов</p> <p>1) И</p> <p><b>2) ИЛИ</b></p> <p>3) НЕ</p>	ПК-11.3.1
17	<p>Логический элемент, реализующий пересечение интервалов</p> <p><b>1) И</b></p> <p>2) ИЛИ</p> <p>3) НЕ</p>	ПК-11.3.1
18	<p>Логический элемент, реализующий операцию <math>1 - x</math></p> <p>1) И</p> <p>2) ИЛИ</p> <p><b>3) НЕ</b></p>	ПК-11.3.1
19	<p>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p> <p>Какая из перечисленных команд используется для описания нечётких переменных</p> <p>1) fuzzy_normal</p> <p>2) fuzzy_variable</p> <p>3) fuzzy_system</p> <p>4) fizzy_logic</p>	

20	<p>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</p> <p>Какие операции можно отнести к операциям над нечеткими множествами?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) включение и равенство</li> <li>2) функция и ее произведение</li> <li>3) определение и уравнение</li> <li>4) объединение и пересечение</li> </ol>	ПК-6.3.2								
21	<p>Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</p> <p>Поставьте соответствие преобразователей типов данных в R</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>вектор</td> <td>as.matrix</td> </tr> <tr> <td>матрица</td> <td>as.list</td> </tr> <tr> <td>список</td> <td>as.numeric</td> </tr> <tr> <td>число</td> <td>as.vector</td> </tr> </table>	вектор	as.matrix	матрица	as.list	список	as.numeric	число	as.vector	ПК-6.3.2
вектор	as.matrix									
матрица	as.list									
список	as.numeric									
число	as.vector									
22	<p>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо</p> <p>Поставьте команды в правильном порядке</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) system &lt;- fuzzy_system(...)</li> <li>2) rules &lt;-(...)</li> <li>3) variables &lt;-set(...)</li> <li>4) library(sets)</li> </ol>	ПК-6.3.2								
23	<p>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ</p> <p>Перечислите свойства операций над обычными и нечеткими множествами. Какие важнейшие логические законы не выполняемы над нечеткими множествами?</p>	ПК-6.3.2								
24	<p>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p> <p>Какая из перечисленных библиотек используется в R для работы с нечеткими множествами</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) sets</li> <li>2) limma</li> <li>3) caret</li> <li>4) qcc</li> </ol>	ПК-11.У.1								
25	<p>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</p> <p>Какие из перечисленных дисциплин не являются основой искусственного интеллекта?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) лингвистика</li> <li>2) логистика</li> <li>3) математика</li> <li>4) маркетинговые системы</li> </ol>	ПК-11.У.1								
26	<p>Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</p> <p>Подберите соответствие функций набора set</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Гаусиана</td> <td>fuzzy_normal()</td> </tr> <tr> <td>Трапециод</td> <td>fuzzy_trapezoid()</td> </tr> <tr> <td>Сигмоид</td> <td>fuzzy_sigmoid()</td> </tr> <tr> <td>Треугольник</td> <td>fuzzy_cone()</td> </tr> </table>	Гаусиана	fuzzy_normal()	Трапециод	fuzzy_trapezoid()	Сигмоид	fuzzy_sigmoid()	Треугольник	fuzzy_cone()	ПК-11.У.1
Гаусиана	fuzzy_normal()									
Трапециод	fuzzy_trapezoid()									
Сигмоид	fuzzy_sigmoid()									
Треугольник	fuzzy_cone()									
27	<p>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите</p>	ПК-11.У.1								

	соответствующую последовательность цифр слева направо Определите последовательность шагов алгоритма 1) Фаззификация 2) Дефаззификация 3) Нечеткий логический вывод 4) Сбор данных	
28	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ Дайте определения понятия нечеткого множества. Приведите отличия нечёткого множества от обычного множества	ПК-11.У.1

Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
1	Теория нечётких множеств как развитие классической теории множеств
2	Место теории нечётких множеств в современной теории нечёткого моделирования.
3	Соотношения между понятиями "неопределённость", нечёткость", "возможность", случайность", "неточность"
4	Постановка задачи, вербальная модель, лингвистическая модель.
5	Нечёткие лингвистические переменные как обобщение лингвистических переменных
6	Лингвистические переменные и языки моделирования
7	Нечёткие лингвистические переменные как инструмент нечёткого моделирования бизнес-процессов
8	Нечеткие бинарные соответствия
9	Пакеты языка Python для решения задач с использованием нечетких множеств
10	Пакеты языка R для решения задач с использованием нечетких множеств

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходиться к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- лекции, согласно разделам (Табл. 3) и темам (Табл. 4)

### 11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;

- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

Задание к выполнению практической работы выдается преподавателем в начале занятия в соответствии с планом занятий. Темы практических работ приведены в табл. 5 данной программы.

Выполнение практической работы состоит из трех этапов:

- аналитического;
- расчетно-графического;
- контрольного в виде защиты отчета.

#### Структура и форма отчета о практической работе

Отчет о практической работе должен содержать: титульный лист, основную часть, выводы по результатам исследований.

На титульном листе должны быть указаны: название дисциплины, название практической работы, фамилия и инициалы преподавателя, фамилия и инициалы студента, номер его учебной группы и дата защиты работы.

Основная часть должна содержать задание, результаты экспериментально-практической работы, расчетно-аналитические материалы, листинг кода/скрин экрана.

Выводы по проделанной работе должны содержать основные результаты по работе.

#### Требования к оформлению отчета о практической работе

Титульный лист отчета должен соответствовать шаблону, приведенному в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

Оформление основной части отчета должно быть оформлено в соответствии с ГОСТ 7.32-2017. Требования приведены в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

При формировании списка источников студентам необходимо руководствоваться требованиями стандарта ГОСТ 7.0.100-2018. Примеры оформления списка источников приведены в секторе нормативной документации ГУАП. <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

### 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

В течение семестры студенты:

- защищают отчеты по практическим работам (2 шт);
- выполняют тестирования по материалам лекции в среде LMS.

Для текущего контроля успеваемости используются тесты, приведенные в таблице

18.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

1) В течение семестра для допуска к зачету студенту необходимо сдать не менее 50% практических работ, представить отчет по контрольной работе, выполнить тестирования в среде LMS не ниже оценки "удовлетворительно". Далее студент допускается к собеседованию или итоговому тестированию на зачете."

2) Зачет выставляется на основании выполненных в течение семестра двух практических работ, представленного отчета по контрольной работе и написании итогового тестирования или прохождения собеседования.

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» <https://docs.guap.ru/smk/3.76.pdf>

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой