

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Андрей Драгомирович Хлутков  
Должность: директор  
Дата подписания: 04.04.2024 18:57:58  
Уникальный программный ключ:  
880f7c07c583b07b775f6604a630281b13ca9fd2

Приложение 7 ОП ВО

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ  
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

**Северо-Западный институт управления – филиал РАНХиГС**

Кафедра бизнес-информатики  
*(наименование кафедры)*

УТВЕРЖДЕНА решением методической комиссии по направлениям 38.03.05 «Бизнес-информатика», 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника» Северо-Западный институт управления – филиал РАНХиГС Протокол от «24» июня 2019г. № 8

в новой редакции Протокол № 1 от «28» апреля 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.01 Нечёткая логика и нейронные сети**  
*(индекс, наименование дисциплины, в соответствии с учебным планом)*

38.03.05 Бизнес-информатика  
*(код, наименование направления подготовки)*

«Бизнес-аналитика»  
*(профиль)*

бакалавр  
*(квалификация)*

очная  
*(форма обучения)*

Год набора – 2020

Санкт-Петербург, 2020 г.

**Автор–составитель:**

Кандидат военных наук, доцент, доцент кафедры бизнес-информатики Евдокимов Павел Андреевич.

Заведующий кафедрой бизнес-информатики, доктор военных наук, кандидат технических наук, профессор Наумов Владимир Николаевич.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание и структура дисциплины
4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине
  - 4.1. Формы и методы текущего контроля успеваемости обучающихся и промежуточной аттестации
  - 4.2. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся
  - 4.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации
  - 4.4. Методические материалы
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
  - 6.1. Основная литература
  - 6.2. Дополнительная литература
  - 6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
  - 6.4. Нормативные правовые документы
  - 6.5. Интернет-ресурсы
  - 6.6. Иные источники
7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

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

1.1. Дисциплина обеспечивает овладение следующими компетенциями:

Таблица 1.1

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ДПК-30	способность использовать математический аппарат и информационные технологии для описания и моделирования процессов и систем, обработки, анализа и систематизации результатов исследования	ДПК-30.1	Способность использовать математический аппарат и информационные технологии при решении простейших задач моделирования процессов и задач
ДПК-31	Сбор, обработка и анализ больших данных с использованием существующей в организации методологической и технологической инфраструктуры.	ДПК-31.1	Способность планировать и проводить аналитические работы, использовать математический аппарат, информационные технологии, современные языки статистической обработки и программные средства решения эконометрических задач и задач анализа данных.

1.2. В результате освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы:

Таблица 1.2

ОТФ/ТФ (при наличии профстандарта)/ профессиональные действия	Код этапа освоения компетенции	Результаты обучения
Способность планировать и проводить аналитические работы, использовать математический аппарат, информационные технологии, современные языки статистической обработки и программные средства решения эконометрических задач и задач анализа данных.	ДПК-31.1	<p><b>на уровне знаний:</b> знать</p> <p>Теоретические и прикладные вопросы теории нечетких множеств, анализа данных;</p> <p>основные понятия и основные методы, многомерной математической статистики;</p> <p>основные понятия и основные методы эконометрики, области ее применения, их достоинства и недостатки</p> <p>современные ИКТ и ИС, их возможности;</p> <p>средства бизнес-аналитики, современные языки статистической обработки (R, Python) и графические платформы;</p> <p>основные понятия и основные методы теории анализа данных, интеллектуальной обработки данных, теории нечетких множеств, теории прогнозирования, эконометрики, многомерной математической статистики</p> <p>технологии анализа данных: статистический анализ, семантический анализ, анализ изображений, машинное обучение, методы сравнения средних, частотный анализ, анализ соответствий, кластерный анализ, дискриминантный анализ, факторный анализ, деревья классификации, моделирование структурными уравнениями, временные ряды, нейронные сети, планирование экспериментов;</p> <p>основные технологии цифровой экономики, сквозные технологии.</p>
		<p><b>на уровне умений:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные, осуществлять предобработку и очистку данных, выполнять разведывательный анализ;</li> <li>- использовать математические и инструментальные средства для анализа данных в процессе эконометрического</li> </ul>

		<p>моделирования, предикативной аналитики, сбора, обработки и анализа больших данных;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Программировать на языках статистической обработки, ориентированных на работу с большими данными: для статистической обработки данных и работы с графикой, для работы с разрозненными фрагментами данных в больших массивах, для работы с базами структурированных и неструктурированных данных;</li> <li>- оценивать качество решения задач сбора, обработки и анализа больших данных с использованием существующей в организации методологической и технологической инфраструктуры;</li> <li>- Проводить сравнительный анализ методов и инструментальных средств анализа данных.</li> </ul>
<p>способность анализировать требования к системе и подсистем; способность проводить аналитические исследования</p>	ДПК-30.1	<p><b>на уровне знаний:</b> знать основные понятия и основные методы линейной алгебры, математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей, математической статистики, теории принятия решений, области их применения, их достоинства и недостатки, основные классы математических моделей; основные понятия и основные методы теории моделирования, теории систем и системного анализа, эконометрики, многомерной математической статистики; современные ИКТ и ИС, их возможности; средства бизнес-аналитики и бизнес-моделирования; организацию моделирования бизнес-процессов,</p> <p><b>на уровне умений:</b> уметь обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные, осуществлять переработку и очистку данных; использовать математические и инструментальные средства для решения задач описания и моделирования процессов и систем, обработки, анализа и систематизации результатов исследования; использовать сетевые интернет-технологии, возможности графических, мультимедийных средств, существующих операционных систем при решении задач описания и моделирования процессов и систем, управления информационными ресурсами; оценивать качество решения задач моделирования; принимать решения в условиях многокритериальности, наличия нечёткости, неопределённости, риска с использованием методов исследования операций и методов теории принятия решений.</p>

## 2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО

Общий объем дисциплины составляет 108 часов (3 ЗЕТ).

Дисциплина реализуется с применением дистанционных образовательных технологий (далее - ДОТ).

Вид работы	Трудоёмкость в акад. часах очная/заочная
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108/81</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>48/36</b>
<b>Лекции</b>	<b>20/15</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>28/21</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>60/45</b>

<b>Контроль самостоятельной работы</b>	
<b>Виды текущего контроля</b>	<b>Устный и письменный опрос</b>
<b>Вид промежуточного контроля</b>	<b>Зачёт с оценкой</b>

### Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к перечню обязательных дисциплин вариативной части учебного плана по направлению «Бизнес-информатика» 38.03.05. Преподавание дисциплины «Нечёткая логика и нейронные сети» основано на дисциплинах Б1.Б.07.01 «Математический анализ», Б1.Б.07.02 «Линейная алгебра», Б1.Б.07.03 «Теория вероятностей и математическая статистика»

Дисциплина изучается в 5 семестре 3 курса.

Форма промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом: зачёт с оценкой.

Доступ к системе дистанционных образовательных технологий осуществляется каждым обучающимся самостоятельно с любого устройства на портале: <https://szu-de.ranepa.ru/>. Пароль и логин к личному кабинету / профилю предоставляется студенту в деканате.

### 3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем	Объем дисциплины час.					СР	Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий					
			Л	ЛР	ПЗ	КСР		
Тема 1	Основные понятия теории нечётких множеств.	32	6		6		20	УО, РЗ, Д-Д, КР, Т
Тема 2	Нечеткая логика	34	6		8		20	УО, РЗ, Д-Д, КР, Т
Тема 3	Искусственные нейронные сети.	42	8		14		20	УО, РЗ, Д-Д, КР, Т
Промежуточная аттестация						2*		<b>Зачёт с оценкой</b>
Всего (акад./астр. часы):		<b>108/81</b>	<b>20/15</b>		<b>28/21</b>		<b>60/45</b>	

2\* - консультация (не входит в общий объем дисциплины)

устный опрос (УО), решение задач (РЗ), доклад (Д-Д), контрольная работа (КР), тест (Т).

#### Содержание дисциплины

##### *Тема 1. Основные понятия теории нечётких множеств*

Нечёткое множество. Множество уровня. Методы построения функции принадлежности. Меры нечёткости множеств. Операции над нечёткими множествами. Нечеткие числа и операции над ними. Нечёткие бинарные отношения и соответствия, композиция и транзитивное замыкание нечётких бинарных отношений.

##### *Тема 2. Нечёткая логика.*

Лингвистическая переменная. Основные свойства лингвистической переменной. Синтаксическое и семантическое правила. Нечёткие булевы переменные и логические операции над ними. Анализ функции нечётких булевых переменных. Лингвистические переменные «истина» и «ложь»

**Основные термины:** терм, конкатенация, подтерм, составная лингвистическая переменная, синтаксическое правило, лингвистическая переменная, семантическое правило, булева переменная, булева алгебра, нечёткая булева переменная, функция нечетких булевых переменных, лингвистическая переменная истинности.

### **Тема 3. Искусственные нейронные сети**

Общие положения теории искусственных нейронных сетей. Понятие обучения нейронной сети. Классификация алгоритмов обучения. Персептрон и его архитектура. Алгоритм обучения персептрона. Процедура обратного распространения (описание алгоритма). Стохастические методы обучения нейронных сетей. Нейронные сети Хопфилда и Хэмминга

#### **4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

Промежуточная аттестация может проводиться с использованием ДОТ.

4.1. Формы и методы текущего контроля успеваемости обучающихся и промежуточной аттестации.

Устный опрос (УО): опрос проводится в часы аудиторных занятий по контрольным вопросам для проверки усвоения материала

Решение задач (РЗ): как правило, задачи решаются на аудиторных практических занятиях на персональном компьютере. В случае отсутствия свободных компьютерных классов в часы практических занятий по аудиторному расписанию допускается решение задач в письменном виде.

Доклад – Д-Д. Темы докладов выбираются из предлагаемого примерного перечня тем. Студент вправе выбрать для доклада альтернативную тему, не включенную в примерный перечень. Доклад заслушивается и обсуждается на практических занятиях по соответствующей теме. Содержание доклада может сопровождаться презентацией.

Зачёт с оценкой (ЗаО): Зачёт с оценкой проводится в устной форме по вопросам, выносимым на зачёт. Как правило, студенту предлагается один вопрос из перечня. Вопрос из перечня выбирается преподавателем. В случае неудовлетворительного ответа на поставленный вопрос могут ставиться дополнительные уточняющие вопросы или предлагаться новый вопрос из перечня. В ходе зачёта студенту не может быть предложено более двух вопросов из перечня. При определении результатов сдачи зачёта и окончательной оценки за зачёт могут учитываться накопленные в семестре результаты решения задач и выступления с докладами

4.1.1. В ходе реализации дисциплины "Нечёткая логика и нейронные сети" используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

Тема (раздел)	Формы (методы) текущего контроля успеваемости
Тема1. Основные понятия теории нечётких множеств	Устный опрос, решение задач, тест, доклад, контрольная работа
Тема 2. Нечёткая логика	Устный опрос, решение задач, тест, доклад, контрольная работа
Тема 3. Искусственные нейронные сети.	Устный опрос, решение задач, тест, доклад, контрольная работа

4.1.2. Зачёт с оценкой проводится с применением следующих методов (средств):

Зачёт с оценкой проводится в устной форме по вопросам, выносимым на зачёт. Как правило, студенту предлагается один вопрос из перечня. Вопрос из перечня выбирается преподавателем. В случае неудовлетворительного ответа на поставленный вопрос могут ставиться дополнительные уточняющие вопросы или предлагаться новый вопрос из перечня. В ходе зачёта студенту не может быть предложено более двух вопросов из перечня. При определении результатов сдачи зачёта и окончательной оценки за зачёт могут учитываться накопленные в семестре результаты решения задач и выступления с докладами

4. 2. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся.

Полный перечень типовых оценочных материалов находится на Кафедре экономики и финансов в методической комиссии "Бизнес-информатика"

Типовые оценочные материалы по теме 1 Основные понятия теории нечётких множеств  
Вопросы для устного опроса:

1. Понятие нечёткого множества. Отличия нечёткого множества от обычного множества.

2. Что называется носителем нечёткого множества?
3. Определения точки перехода, унимодальной функции принадлежности, нормального и субнормального нечёткого множества.
4. Множества  $\alpha$ -уровня. Разложение нечёткого множества по множествам уровня.
5. Аксиомы меры нечёткости.
6. Обычное множество, ближайшее к нечёткому.
7. Расстояния между двумя произвольными нечёткими множествами по Хеммингу и Евклиду для дискретного и непрерывного носителя.
8. Вычисление индексов нечёткости по Хеммингу и Евклиду для дискретного и непрерывного носителя.
9. Заострение нечёткого множества.
10. Операции растяжения и концентрации.
11. Определение подмножества нечёткого множества.
12. Определение основных операций над нечёткими множествами, их сравнение с аналогичными для чётких множеств. Чем они различаются? В чем сходство?
13. Свойства операций над обычными и нечёткими множествами. Какие важнейшие логические законы не выполнимы над нечёткими множествами?
14. Определение T-нормы и T-конормы. Для чего введены эти понятия?
15. Если в качестве операций дополнения, пересечения и объединения взять другие определенные T-нормы и T-конормы, можно ли утверждать, что все свойства операций над нечёткими множествами сохранятся?
16. Операции умножения нечётких множеств, возведения в целую неотрицательную степень, умножения на число.
17. Оператора нечёткости. Для чего применяют этот оператор? Каковы границы его применимости?
18. Понятие нечёткого числа.
19. Нормальные, унимодальные выпуклые нечёткие числа. В чём сходство и отличия этого определения с соответствующими определениями нечётких множеств?
20. Определение алгебраических операций над нечёткими числами.
21. Нечёткие экстремумы нечётких чисел. Сравнение двух нечётких чисел. Что называют нечётким минимумом и максимумом нечётких чисел? Как сравнить два нечётких числа?
22. Свойства операций над нечёткими числами, которые в некоторых случаях нарушаются или выполняются всегда.
23. Отношения «равенство» и «нечёткое равенство» для нечётких чисел. Какие нечёткие числа называют приближённо равными? В чем различие понятий равенства для обычных и нечётких чисел?
24. Принцип обобщения для нечётких множеств. Границы его применимости и практическую значимость.
25. Нечёткое бинарное отношение.
26. Способы задания нечётких бинарных отношений.
27. Декомпозицией нечёткого отношения.
28. Композиция и транзитивное замыкание нечётких бинарных отношений.
29. Основные свойства нечётких бинарных отношений.
30. Нечёткие бинарные соответствия. В чем различие нечётких бинарных отношений и соответствий? В чем сходство нечётких бинарных отношений и соответствий?
31. Определение понятия «опосредованное влияние»?

Примерные темы для докладов:

- 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"

Типовые оценочные материалы по теме 2 Нечёткая логика

Вопросы для устного опроса:

1. Что называют термом? В чем принципиальное различие атомарного и составного термов?
2. Определение составной лингвистической переменной.
3. Какие правила называют синтаксическими?
4. Сущность семантического правила.
5. Определение лингвистической переменной.
6. Определение булевой переменной. Основные формулы булевой алгебры.
7. Определение нечёткой булевой переменной.
8. Определение функцией нечётких булевых переменных.
9. Функции нечётких булевых переменных над тождествами.
10. Аналитические функции нечётких булевых переменных.

Примерные темы для докладов:

1. Постановка задачи, вербальная модель, лингвистическая модель.
2. Нечёткие лингвистические переменные как обобщение лингвистических переменных
3. Лингвистические переменные и языки моделирования.
4. Нечёткие лингвистические переменные как инструмент нечёткого моделирования бизнес-процессов.

Типовые оценочные материалы по теме 3 Искусственные нейронные сети.

Вопросы для устного опроса:

1. Определение и общая характеристика нейронной сети.
2. Формальный нейрон. Схема формального нейрона.
3. Однослойные и многослойные нейронные сети. Основные сходства и отличия.
4. Схема нейронной сети по Хопфилду.
5. Схема нейронной сети по Хэммингу.
6. Персептрон Розенблатта.
7. Представимость и линейная делимость персептрона.

Примерные темы докладов:

1. Самоорганизующиеся карты Кохонена.
2. Нейронные сети в нечётком моделировании бизнес-процессов.
3. Нейронные сети как инструмент бизнес-аналитики.

**Примеры вариантов контрольных работ.**

Вариант № 1

1. Дано нечёткое множество  $A = 0,1/3 + 0,3/5 + 0,5/6 + 0,9/7 + 0,5/9 + 0,3/12$ .

- 1) Постройте функцию принадлежности нечёткого множества  $A$ .
- 2) Запишите несущее множество.
- 3) Найдите точки перехода для множества  $A$ , если таковые существуют.
- 4) Если множество является субнормальным, нормируйте его.

2. Дано нечёткое множество:

$$A = 0,3/5 + 0,7/7 + 1/12 + 0,9/18 + 0,4/20.$$

Требуется:

- 1) записать множества  $CON(A)$ ,  $DIL(A)$ ,
- 2) сделать чертёж: изобразить множества  $A$ ,  $CON(A)$ ,  $DIL(A)$ ,
- 3) вычислить индексы нечёткости по метрике Хемминга для множеств  $A$ ,  $CON(A)$ ,  $DIL(A)$ ;

4) сравнить степень нечёткости множества  $A$  со степенью нечёткости множеств  $CON(A)$ ,  $DIL(A)$

3. Дано нечёткое множество:

$$A = 0,3/1 + 0,7/3 + 1/5 + 0,9/7.$$

Найти множество  $KA$ , используя оператор увеличения нечёткости  $K$ :

$$K = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,9 & 1 & 0,1 \\ 0 & 0,1 & 0,8 & 0,5 \\ 0 & 0,2 & 0,6 & 0,9 \end{pmatrix}$$

4. Даны нечёткие числа:  $a = \{\text{немного меньше } 4\}$ ,  $b = \{\text{около } 5\}$ .

Выступая в роли эксперта, запишите нечёткие числа  $a$  и  $b$  в форме объединения точечных нечётких множеств.

Найти сумму:  $a + b$ .

5. Числа  $a$  и  $b$  являются числами (L-R)-типа:

$$A = \int_{x \in [1, 4]} \frac{x-1}{3} / x + \int_{x \in (4, 8]} \frac{8-x}{4} / x \quad B = \int_{x \in [5, 8]} \frac{x-5}{3} / x + \int_{x \in (8, 15]} \frac{15-x}{7} / x$$

Сделать чертеж функций принадлежности и найти произведение нечётких чисел.

Вариант №2

1. Пусть  $B = 0,1/1 + 0,3/3 + 0,4/4 + 0,6/8 + 1/10$ . Разложить нечёткое множество по множествам уровня.

Примечание. В качестве значений  $\alpha$ -уровня взять все значения функции принадлежности нечёткого множества  $B$ .

2. Дано нечёткое множество:

$$B = 0,7/1 + 1/3 + 0,5/5 + 0,2/7.$$

Требуется:

1) используя операции концентрирования и растяжения, записать множества:  $CON(B)$ ,  $DIL(B)$ ;

2) сделать чертёж: изобразить множества  $B$ ,  $CON(B)$ ,  $DIL(B)$ ;

3) вычислить индексы нечёткости по евклидовой метрике для множеств  $B$ ,  $CON(B)$ ,  $DIL(B)$ ;

4) сравнить степень нечёткости множества  $B$  с множествами  $CON(B)$ ,  $DIL(B)$ .

3 На универсальном множестве:

$$A = 0,2/a + 0,7/b + 1/d + 0,2/e + 0,8/f;$$

$$B = 0,4/a + 0,6/b + 0,5/c + 0,9/d + 1/e + 0,5/g;$$

$$C = 0,1/a + 0,5/b + 0,5/c + 0,7/d + 0,4/e + 0,1/g;$$

Найти множества:  $A \cap B$ ,  $A \cup C$ ,  $\bar{A} \cap C \cup \bar{B} \cap B$ ,  $A \cup C$ ,  $\bar{A} \cap C \cup \bar{B}$

4. Даны нечёткие числа:  $a = \{\text{немного меньше } 6\}$ ,  $b = \{\text{примерно } 8\}$ .

Выступая в роли эксперта запишите нечёткие числа  $a$  и  $b$  в форме объединения точечных нечётких множеств.

Найти разность:  $b - a$ .

$$A = \int_{x \in [3, 7]} \frac{x-3}{4} / x + \int_{x \in (7, 9]} \frac{9-x}{2} / x$$

5. Доказать, что число  $a$ : является числом (L-R)-типа.

Сделать чертёж его функции принадлежности.

### Тестовые задания по темам дисциплины

№ п/п	Содержание тестового задания	Варианты ответа
1	Дано нечёткое множество $A=0,1/3+0,3/5+0,5/6+0,9/7+0,5/9+0,3/12$ . Несущее множество равно	1) $U=\{1,2,3,5,6,7,8,9,10\}$ 2) $U=\{3,5,6,7,9,12\}$ 3) $U=\{3,5,6,7\}$
2	Дано нечёткое множество $A=0,1/3+0,3/5+0,5/6+1/7+0,5/9+0,3/12$ . Точки перехода для множества A, если таковые существуют.	1) 1 2) 7 3) 6, 9
3	Множество $A=0,1/3+0,3/5+0,5/6+0,9/7+0,5/9+0,3/12$ . является	1) Субнормальным; 2) Нормальным 3) Несущим
4	Дано нечёткое множество: $A=0,1/3+0,3/5+0,5/6+0,9/7+0,5/9+0,3/12$ . Нормированное множество имеет вид	1) $A_{\text{норм}}=0,1/3+0,3/5+0,5/6+1/7+0,5/9+0,3/12$ . 2) $A_{\text{норм}}=\frac{1}{9}/3+\frac{1}{3}/5+\frac{5}{9}/6+1/7+\frac{5}{9}/9+\frac{1}{3}/12$ . 3) $A_{\text{норм}}=1/7+\frac{5}{9}/9+\frac{1}{3}/12$ .
5	Дано нечёткое множество: $A = 0,3/5+0,7/7+1/12+0,9/18+0,4/20$ . Множество $\text{CON}(A)$ равно	1) $\text{CON}(A)=0.09/5+0.49/7+1/12+0.81/18+0.16/20$ 2) $\text{CON}(A)=0.55/5+0.84/7+1/12+0.95/18+0.63/20$ 3) $\text{CON}(A)=0.3/5+0.7/7+1/12+0.9/18+0.4/20$
6	Дано нечёткое множество: $A = 0,3/5+0,7/7+1/12+0,9/18+0,4/20$ . Множество $\text{DIL}(A)$ равно	1) $\text{DIL}(A)=0.09/5+0.49/7+1/12+0.81/18+0.16/20$ 2) $\text{DIL}(A)=0.55/5+0.84/7+1/12+0.95/18+0.63/20$ 3) $\text{DIL}(A)=0.3/5+0.7/7+1/12+0.9/18+0.4/20$
7	Дано нечёткое множество: $A = 0,3/1+0,5/2+0,2/3+0,7/4+0,6/5$ Индекс нечёткости по метрике Хемминга для множеств A равен	1) 1,7 2) 0,68 3) 0,992
8	Дано нечёткое множество: $A = 0,3/1+0,5/2+0,2/3+0,7/4+0,6/5$ Индекс нечёткости по метрике Евклида для множеств A равен	1) 1,7 2) 0,68 3) 0,992
9	На универсальном множестве $U=\{a,b,c,d,e\}$ заданы нечёткие множества  $U = \{a,b,c,d,e,f\}$ заданы нечёткими $A = 0,2/a + 0,7/b + 1/d + 0,2/e + 0,8/f$ ; $B=0,4/a+0,6/b+0,5/c + 0,9/d+1/e+0,5/g$ .	1) $A \cap B=0,2/a+0,6/b+0,9/d+0,2/e$ 2) 3) $A \cap B=0,2/a+0,6/b+0,5/c+0,9/d+0,2/e$

	Множество $A \cap B \cap A \cap B$ равно:	$A \cap B = 0,2/a + 0,6/b + 0,5/c + 0,9/d + 0,2/f$
10	На универсальном множестве $U = \{a, b, c, d, e\}$ заданы нечёткие множества  $A = 0,2/a + 0,7/b + 1/d + 0,2/e + 0,8/f$ ; $B = 0,4/a + 0,6/b + 0,5/c + 0,9/d + 1/e + 0,5/g$ .  Множество $A \cup B \cup A \cup B$ равно:	1) $A \cup B = 0,2/a + 0,6/b + 0,9/d + 0,2/e$ 2) $A \cup B = 0,2/a + 0,6/b + 0,5/c + 0,9/d + 0,2/e$ 3) $A \cup B = 0,4/a + 0,7/b + 0,5/c + 1/d + 1/e + 0,8/f$
11	$A = 0,3/1 + 0,7/3 + 0,9/7$ . Оператор увеличения нечёткости $K$ : $K = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,7 & 1 \\ 0,7 & 0,5 & 0 \\ 0,8 & 0,6 & 0,5 \end{pmatrix}$ Множество $KA$ равно	1) $KA = 0,9/1 + 0,35/3 + 0,45/7$ 2) $KA = 0,3/1 + 0,7/3 + 0,8/7$ 3) $KA = 1/1 + 0,5/7$
12	Какое из нечётких множеств может формализовать высказывание «немного меньше б»	1) $A = 0,1/1 + 0,3/2 + 0,5/3 + 0,7/4 + 0,9/5$ . 2) $B = 0,2/6 + 0,8/7 + 1/8 + 0,8/9 + 0,2/10$ . 3) $C = 0,3/5 + 0,7/7 + 1/12 + 0,9/18 + 0,4/20$
13	Какое из нечётких множеств может формализовать высказывание «примерно 8»	1) $A = 0,1/1 + 0,3/2 + 0,5/3 + 0,7/4 + 0,9/5$ . 2) $B = 0,2/6 + 0,8/7 + 1/8 + 0,8/9 + 0,2/10$ . 3) $C = 0,3/5 + 0,7/7 + 1/12 + 0,9/18 + 0,4/20$
14	Какой тройкой параметров определяется нечеткое число $A = \int_{x \in [3,7]} \frac{x-3}{4} / x + \int_{x \in [7,9]} \frac{9-x}{2} / x$	1) $A = \{7, 4, 2\}$ 2) $A = \{9, 4, 2\}$ 3) $A = \{7, 3, 9\}$
15	Слово или группа слов, являющихся значениями лингвистической переменной называется	1) подтерм 2) имя 3) терм
16	Логический элемент, реализующий объединение интервалов	1) И 2) ИЛИ 3) НЕ
17	Логический элемент, реализующий пересечение интервалов	1) И 2) ИЛИ 3) НЕ
18	Логический элемент, реализующий операцию $1 - x$	1) И 2) ИЛИ 3) НЕ

Ответы к тесту:

№ задания:

- 1  
2  
3

Правильный ответ:

- 2  
3  
1

4	2
5	1
6	2
7	2
8	3
9	3
10	3
11	1
12	1
13	2
14	1
15	3
16	2
17	1
18	3

#### 4.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации.

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ДПК-30	способность использовать математический аппарат и информационные технологии для описания и моделирования процессов и систем, обработки, анализа и систематизации результатов исследования	ДПК-30.1	Способность использовать математический аппарат и информационные технологии при решении простейших задач моделирования процессов и задач
ДПК-31	Сбор, обработка и анализ больших данных с использованием существующей в организации методологической и технологической инфраструктуры.	ДПК-31.1	Способность планировать и проводить аналитические работы, использовать математический аппарат, информационные технологии, современные языки статистической обработки и программные средства решения эконометрических задач и задач анализа данных.

Этап освоения компетенции	Показатели оценивания	Критерии оценивания
ДПК-30.1	<p>1. Самостоятельно решает простейшие задачи моделирования процессов.</p> <p>2. Демонстрирует умение использовать ИТ-технологии при построении моделей и их исследовании.</p> <p>3. Показывает знания возможностей ИТ-технологий и используемых математических методов и моделей</p>	<p>1. Представлена работоспособная математическая модель.</p> <p>2. Приведены результаты моделирования в графической или табличной форме с использованием ИТ-технологий и компьютерных систем.</p> <p>3. Адекватно интерпретированы полученные результаты, сделаны ясные выводы.</p> <p>4. Даны правильные ответы на поставленные вопросы или тесты</p>
ДПК 31.1	1. Самостоятельно	1. Представлены результаты

Этап освоения компетенции	Показатели оценивания	Критерии оценивания
	<p>решает простейшие задачи планирования и выполнения аналитических работ, использования математического аппарата, информационных технологий, современных языков и средств статистической обработки.</p> <p>2. Демонстрирует умение планировать, проводить и управлять аналитическими работами, использовать современные ИТ.</p> <p>Показывает знания и умения использовать технологии анализа данных, решать задачи эконометрического моделирования</p>	<p>выполнения учебных кейсов по решению задач аналитики данных, эконометрического моделирования.</p> <p>2. Приведены скрипты, результаты решения задач разведывательного анализа, интеллектуального анализа, многомерной статистики с использованием статистических пакетов, языков статистической обработки (R, Python).</p> <p>3. Правильно выполнения интерпретация результатов моделирования, их валидация</p> <p>4. Сделаны правильные ответы на поставленные вопросы или тесты</p>

Для оценки сформированности компетенций, знаний, умений и навыков, соответствующих указанным компетенциям, ставятся дополнительные вопросы проблемного характера, а также учитываются результаты решения задач и выступлений с докладами в ходе аудиторных практических занятий в течение семестра. При необходимости на зачёте могут предлагаться задачи (например, в случае пропуска всех практических занятий по одной из тем по уважительной причине).

#### **Вопросы для подготовки к зачёту**

##### ***Основные понятия теории нечётких множеств***

1. Нечёткое множество. Основные понятия.
2. Множества  $\alpha$ -уровня. Разложение нечёткого множества по множествам уровня.
3. Аксиомы меры нечёткости.
4. Обычное множество, ближайшее к нечёткому. Вычисление индексов нечёткости по Хеммингу и Евклиду для дискретного и непрерывного носителя
5. Заострение нечёткого множества. Операции растяжения и концентрации.
6. Основные операции над нечёткими множествами.
7. Оператора нечёткости.
8. Понятие нечёткого числа. Основные определения.
9. Алгебраические операции над нечёткими числами.
10. Сравнение нечётких чисел.
11. Нечёткие числа (L-R)-типа. Операции над ними.
12. Нечёткие бинарные отношения. Основные свойства.
13. Композиция и транзитивное замыкания нечётких бинарных отношений.

### *Нечёткая логика*

14. Термы. Атомарные и составные термы.
15. Лингвистическая переменная.
16. Синтаксическое и семантическое правила.
17. Нечёткая булева переменная.
18. Функция нечётких булевых переменных.
19. Лингвистические переменные «истина» и «ложь». Функции принадлежности этих переменных.

### *Искусственные нейронные сети*

20. Нейронные сети.
21. Формальный нейрон. Схема нейрона.
22. Однослойные и многослойные нейронные сети.
23. Схема нейронной сети по Хопфилду.
24. Схема нейронной сети по Хеммингу.
25. Персептрон Розенблатта.
26. Представимость и линейная делимость персептрона.
27. Метод обратного распространения ошибок.

Шкала оценивания.

Оценка результатов производится на основе балльно-рейтинговой системы (БРС). Использование БРС осуществляется в соответствии с приказом от 28 августа 2014 г. №168 «О применении балльно-рейтинговой системы оценки знаний студентов». БРС по дисциплине отражена в схеме расчётов рейтинговых баллов (далее – схема расчётов). Схема расчётов сформирована в соответствии с учебным планом направления, согласована с руководителем научно-образовательного направления, утверждена деканом факультета. Схема расчётов рейтинговых баллов является составной частью рабочей программы дисциплины, доводится до сведения студентов на первом практическом занятии по дисциплине и содержит информацию по изучению дисциплины, указанную в Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в РАНХиГС.

На основании п. 14 Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в РАНХиГС в институте принята следующая шкала перевода оценки из многобалльной системы в пятибалльную:

Таблица 3.1

Количество баллов	Оценка	
	прописью	буквой
96-100	отлично	А
86-95	отлично	В
71-85	хорошо	С
61-70	хорошо	Д
51-60	удовлетворительно	Е

Шкала перевода оценки из многобалльной в систему «зачтено»/ «не зачтено»:

Таблица 3.2

от 0 до 50 баллов	«не зачтено»
-------------------	--------------

#### 4.4. Методические материалы

Образовательный процесс по дисциплине "Нечёткая логика и нейронные сети" осуществляется в следующих формах: учебные занятия, выполнение индивидуальных заданий, самостоятельная работа студентов, контрольные мероприятия. К учебным занятиям по дисциплине относятся: лекция, практические занятия, индивидуальные занятия, консультации

Лекция - основная форма проведения аудиторных занятий, предназначенная для усвоения теоретического материала. Как правило, лекция является элементом курса, который охватывает основной теоретический материал отдельной или нескольких тем учебной дисциплины. Тематика и содержание лекций определяется рабочей учебной программой. Лекции проводятся в соответствующих оборудованных помещениях - аудиториях для одной или более академических групп студентов.

Аудиторные практические занятия играют важную роль в выработке у студентов первичных навыков применения полученных знаний для решения практических задач в процессе совместной деятельности с преподавателем. Если лекция закладывает основы научных знаний в обобщённой форме, практические занятия призваны углубить, расширить и детализировать эти знания, содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. Практические занятия развивают научное мышление и речь студентов, позволяют проверить их знания, в связи с чем они выступают важным средством достаточно оперативной обратной связи.

Практические занятия служат своеобразной формой осуществления связи теории с практикой. Структура практических занятий в основном одинакова — вступление преподавателя, вопросы студентов по материалу, который требует дополнительных разъяснений, собственно практическая часть, заключительное слово преподавателя. Разнообразие возникает в основной, собственно практической части, включающей рефераты, доклады, дискуссии, тренировочные упражнения, решение задач, наблюдения, эксперименты и т. д. Опыт показывает, что нельзя на практических занятиях ограничиваться выработкой только практических навыков, техникой решения задач, построения графиков и т. п. Студенты должны всегда видеть ведущую идею курса и связь ее с практикой. Цель занятий должна быть понятна не только преподавателю, но и студентам. Это придаёт учебной работе жизненный характер, утверждает необходимость овладения опытом профессиональной деятельности, связывает их с практикой жизни.

Студенты, как правило, отдают себе отчёт в том, в какой мере им необходимы данные практические занятия для предстоящей профессиональной деятельности. Если студенты поймут, что все учебные возможности занятий исчерпаны, интерес к ним будет утрачен. Учитывая этот психологический момент, важно организовать занятия так, чтобы студенты постоянно ощущали рост сложности выполняемых заданий, что ведёт к переживанию собственного успеха в учении и положительно мотивирует студента. Если же студенты замечают «топтанье на месте», уровень мотивации может заметно снизиться.

Следует проводить практические занятия так, чтобы все студенты были заняты напряженной творческой работой, поисками правильных и точных решений. Каждый студент должен получить возможность «раскрыться», проявить способности, поэтому при разработке плана занятий и индивидуальных заданий преподаватель должен учитывать подготовку и интересы каждого студента. Преподаватель при этом будет выступать в роли консультанта, наблюдающего за работой каждого студента и способного вовремя оказывать педагогически оправданную помощь, не подавляя самостоятельности и инициативы студента. При такой организации проведения занятий в аудитории не возникает мысли о том, что возможности занятий исчерпаны.

При проведении практических занятий особенно важно, учитывать роль повторений. Однообразие примеров, иллюстраций, субъективное ощущение повторения как

замедления движения вперёд значительно ухудшают усвоение. Поэтому важно проводить повторения под новым углом зрения, в новом аспекте, в новых связях с ранее изученными темами дисциплины "Нечёткая логика и нейронные сети" и других дисциплин, в ходе изучения которых формируются компетенции ДПК-29, ДПК-30.

Практическое занятие по дисциплине предусматривает такие формы работы студентов, как:

- устный ответ на один из вопросов по теме занятия;
- письменная работа по решению задач, вынесенных на практическое занятие;
- устный доклад по избранной теме (7-10 мин.).
- дополнительное сообщение (2-7 мин.).
- дополнение (2-3 мин.).

Доклад на студенческой конференции учитывается как доклад на одном из практических занятий.

Оппонентское выступление на студенческой конференции учитывается в виде сообщения.

Описание основных форм работы на практическом занятии:

*Устный ответ* на контрольный вопрос. избирается по желанию преподавателя или студента, студент должен кратко описать все главные аспекты проблем (как теоретических, так и практических).

*Письменный ответ* - более глубокое раскрытие отдельного контрольного вопроса при самостоятельной работе. Письменный ответ предусматривает произвольное оформление с минимумом формальных требований, но выступление перед аудиторией является обязательным.

*Дополнение* - по желанию студента более глубокое разъяснение определенной грани контрольного вопроса. Проводится после базового доклада.

*Дополнительное сообщение* – сообщение в контексте тематики базового доклада.

В случае, когда студент не успел выступить на занятии, для оценки качества самостоятельной работы преподавателю представляется материал для ознакомления и зачитания этого материала как выступления.

Индивидуальное учебное занятие (индивидуальная работа) проводится с отдельными студентами с целью повышения уровня их подготовки и раскрытия индивидуальных творческих способностей. Индивидуальные учебные занятия организуются во внеучебное время по отдельному графику, составленному деканатом с учетом учебного плана студента и могут охватывать часть или полный объем занятий из одной или нескольких учебных дисциплин, а в отдельных случаях - полный объем учебных занятий для конкретного образовательного уровня.

Консультация - форма учебного занятия, при которой студент получает ответы от преподавателя на конкретные вопросы или объяснения определенных теоретических положений или аспектов их практического применения. Консультация может быть индивидуальной или проводиться для группы студентов. Индивидуальные консультации могут оказываться в ходе практических занятий или в связи с индивидуальными учебными занятиями. Консультации для группы студентов проводятся, как правило, в часы, предусмотренные аудиторным расписанием занятий и предшествуют установленным учебным планом формам промежуточного контроля. Такие консультации проводятся преимущественно в диалоговой форме.

Индивидуальные задания (индивидуальная работа студентов по подготовке рефератов, выполнение расчётных, графических работ, по восстановлению пробелов в усвоении программы дисциплины из-за пропуска плановых аудиторных занятий по уважительным причинам и т.п.) выдаются преподавателем в сроки, достаточные для отработки задания в полном объёме и подготовки к текущему и промежуточному контро-

лю. Индивидуальные задания выполняются студентом самостоятельно при консультировании преподавателем.

Внеаудиторная работа (СРС), то есть нерегламентированное изучение дисциплины, предусматривает подготовку к текущим практическим занятиям, написание домашних контрольных работ, индивидуальных работ, рефератов, эссе, изучение материалов учебников и опорных конспектов, периодических изданий и нормативной и законодательной базы, другую работу.

Подготовка к домашней контрольной работе предусматривает повторную обработку лекционного материала, анализ дополнительных информационных источников, проработку задач, которые решались на практических занятиях, дополнительное самостоятельное решение задач по теме.

Домашние контрольные работы могут применяться для контроля текущего уровня освоения программы дисциплины. Типовая домашняя контрольная работа включает теоретические вопросы и практические задания (задачи). Задание на контрольную работу разрабатывается преподавателем с учётом выявленных пробелов в усвоении программы дисциплины индивидуально для каждого студента. Контрольная работа не переписывается. В случае неудовлетворительной оценки домашней контрольной работы студент может выполнить индивидуальное задание.

Индивидуальное (выравнивающее) задание применяется для повышения уровня усвоения программы дисциплины студентами, пропустившими часть плановых аудиторных занятий. Индивидуальное задание разрабатывается преподавателем с учётом результатов выполнения домашних контрольных работ. Результаты выполнения индивидуального задания оформляются в реферативной форме, объём выполненного задания не должен превышать 22 - 24 страницы текста. Как правило, индивидуальное задание предусматривает письменные ответы на теоретические вопросы и решение практических задач. При больших объёмах пропущенного материала могут выдаваться несколько индивидуальных заданий. При этом общее число домашних контрольных работ и индивидуальных заданий за семестр не может превышать трёх.

Индивидуально-консультативная работа осуществляется по графику, который предлагается преподавателем. График составляется при согласовании времени проведения и места проведения со студентами и учебным отделом. Во время индивидуально-консультативной работы студенты получают индивидуальные консультации от преподавателя, защищают индивидуальные задания, отчитываются о самостоятельном анализе дополнительных разделов программы.

## **5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины «Нечёткая логика и нейронные сети» предусматривает комплекс мероприятий, направленных на формирование у обучающихся базовых системных теоретических знаний, практических умений и навыков, необходимых для их применения на практике.

Базовый материал по конкретным вопросам осваиваемой дисциплины даётся в рамках занятий лекционного типа.

Конспектирование лекций ведётся в специально отведённой для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля (4-5 см) для дополнительных записей. Необходимо записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и текстовые выделители. Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами. Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространённых терминов и понятий.

Практические занятия по дисциплине проводятся с целью применения и расширения знаний, полученных на лекциях и в ходе самостоятельной работы над литературными источниками с использованием современных информационных технологий, в частности, сети Интернет. Целью самостоятельной работы является повторение, закрепление и расширение пройденного на аудиторных занятиях материала.

Для правильного понимания изучаемых вопросов рекомендуется в полном объеме выполнять предложенные задания, строго следовать указаниям по подготовке к практическим занятиям, последовательно проходить промежуточные и итоговые формы контроля.

Освоение дисциплины обучающимися целесообразно проводить в следующем порядке:

- 1) получение базовых знаний по конкретной теме дисциплины в рамках занятий лекционного типа;
- 2) работа с основной и дополнительной литературой по теме при подготовке к практическим занятиям;
- 3) выполнение заданий самостоятельной работы по соответствующей теме до проведения практического занятия по ней;
- 4) закрепление полученных знаний в рамках проведения практического занятия;
- 5) получение дополнительных консультаций у преподавателя по соответствующей теме в дни и часы консультаций.

При подготовке к практическим занятиям, домашним контрольным работам и индивидуальным заданиям следует в полной мере использовать не только основную, но и дополнительную литературу по дисциплине. Помимо учебной, научной литературы студентами должны активно использоваться нормативные источники: действующие стандарты, нормы и правила, законы и нормативные подзаконные акты. Выработка умений работать с широким кругом источников по теме является важным условием овладения компетенциями ДПК-29, ДПК-30.

Прежде чем приступить к освоению научной литературы, рекомендуется чтение учебников и учебных пособий.

Студентам рекомендуется выполнить самостоятельно рефераты и доклады по тематике предстоящих практических занятий. Для подготовки к предстоящему практическому занятию рекомендуется повторять весь пройденный по дисциплине материал, предшествующий этому занятию.

Серьёзная и методически грамотно организованная работа по подготовке к практическим занятиям, написанию письменных работ значительно облегчит подготовку к зачёту. Основными функциями зачёта являются: обучающая, оценочная и воспитательная. Зачёт с оценкой позволит выработать ответственность, трудолюбие, принципиальность. При подготовке к зачёту студент повторяет, как правило, ранее изученный материал. В этот период сыграют большую роль правильно подготовленные заранее записи и конспекты. Студенту останется лишь повторить пройденное, учесть, что было пропущено, восполнить пробелы при подготовке к практическим занятиям и закрепить ранее изученный материал.

### Контрольные вопросы для подготовки к занятиям

Таблица 1

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Контрольные вопросы для самопроверки
1	Тема 1. . Основные	1. Понятие нечёткого множества. Нечёткое и обычное множества.

	<p>понятия теории нечётких множеств</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Носитель нечёткого множества.</li> <li>3. Определение точки перехода, унимодальной функции принадлежности, нормального и субнормального нечёткого множества.</li> <li>4. Множество <math>\alpha</math>-уровня. Разложение нечёткого множества по множествам уровня.</li> <li>5. Нечёткие множества с дискретным и непрерывным носителем.</li> <li>6. Аксиомы меры нечёткости.</li> <li>7. Обычное множество, ближайшее к нечёткому.</li> <li>8, Расстояние между двумя произвольными нечёткими множествами по Хеммингу для дискретного и непрерывного носителя.</li> <li>9. Расстояние между двумя нечёткими множествами по Евклиду для дискретного и непрерывного носителя.</li> <li>10. Вычисление индексов нечёткости по Хеммингу и Евклиду для дискретного и непрерывного носителя.</li> <li>11. Заострение нечёткого множества.</li> <li>12. Операции растяжения и концентрации нечётких множеств.</li> <li>13. Подмножества нечёткого множества.</li> <li>14. Определение основных операций над нечёткими множествами.</li> <li>15. Сравнение основных операций над нечёткими множествами с аналогичными для классических множеств.</li> <li>16. Сравнительные свойства операций над обычными и нечёткими множествами. Какие важнейшие логические законы невыполнимы над нечёткими множествами?</li> <li>17. Определение T-нормы и T-конормы.</li> <li>18. Сохраняются ли все свойства операций над нечёткими множествами, если в качестве операций дополнения, пересечения и объединения взять другие определенные T-нормы и T-конормы.</li> <li>19. Операции умножения нечётких множеств, возведения в целую неотрицательную степень, умножения на число.</li> <li>20. Оператор нечёткости.</li> <li>21. Определение нечёткого числа.</li> <li>22. Нормальные унимодальные выпуклые нечёткие числа. Сравнение определения с определениями нечётких множеств.</li> <li>23. Определение алгебраических операций над нечёткими числами.</li> <li>24. Нечёткие экстремумы нечётких чисел. Сравнение двух нечётких чисел.</li> <li>25. Свойства операций над нечёткими числами, которые в некоторых случаях нарушаются или выполняются всегда.</li> <li>26. Отношения «равенство» и «нечёткое равенство» для нечётких чисел. Какие нечёткие числа называют приближённо равными? В чем различие понятий равенства для обычных и нечётких чисел?</li> <li>26. Треугольные и трапезоидные нечёткие числа.</li> <li>27. Принцип обобщения для нечётких множеств. Границы его применимости и практическая значимость.</li> <li>28. Нечёткие бинарные отношения. Способы задания.</li> <li>29. Декомпозиция нечёткого бинарного отношения.</li> <li>30. Композиции и транзитивные замыкания нечётких бинарных отношений.</li> <li>31. Основные свойства нечётких бинарных отношений.</li> <li>32. Нечёткие бинарные соответствия. В чем различие нечётких бинарных отношений и соответствий? В чем сходство нечётких бинарных отношений и соответствий?</li> </ol>
2	<p>Тема 2. Нечёткая логика</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение термина. Атомарные и составные термины.</li> <li>2. Определение составной лингвистической переменной.</li> <li>3. Определение синтаксического правила.</li> <li>4. Определение семантического правила.</li> <li>5. Определение лингвистической переменной.</li> <li>6. Булевы переменные. Формулы булевой алгебры.</li> <li>7. Нечёткие булевы переменные.</li> <li>8. Определение функций нечётких булевых переменных.</li> <li>9. Функции нечётких булевых переменных над тождествами.</li> <li>10. Аналитические функции булевых переменных.</li> </ol>

		11. Содержание анализа аналитических функций булевых переменных. 12. Лингвистические переменные "истина" и "ложь". Функции принадлежности этих переменных.
3	Тема 3. Искусственные нейронные сети	1. Нейронная сеть. 2. Формальный нейрон. Схема формального нейрона. 3. Однослойные и многослойные нейронные сети. 4. Нейронная сеть по Хопфилду. 5. Нейронная сеть по Хэммингу. 6. Персептрон Розенблата. 7. Представимость и линейная разделимость персептрона. 8. Нейронные сети с обратным распространением ошибок.

**6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

**6.1. Основная литература.**

1. Галушкин А.И. Теория нейронных сетей. Учеб. пособие для вузов/Общая ред. А.И. Галушкина. - М.: ИПРЖР, 2000.
2. Кобышева Л. К. Основы теории нечётких множеств : для бакалавров и специалистов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. К. Кобышева, Д. М. Назаров. - Электрон. дан. - СПб. : Питер, 2011

Все источники основной литературы взаимозаменяемы.

**6.2. Дополнительная литература.**

1. Яхьяева Г. Э. Нечёткие множества и нейронные сети. – М: Бином, 2006.

**6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.**

1. Положение об организации самостоятельной работы студентов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» (в ред. приказа РАНХиГС от 11.05.2016 г. № 01-2211);

2. Положение о курсовой работе (проекте) выполняемой студентами федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» (в ред. приказа РАНХиГС от 11.05.2016 г. № 01-2211)

**6.4. Нормативные правовые документы.**

Не используются

**6.5. Интернет-ресурсы.**

СЗИУ располагает доступом через сайт научной библиотеки <http://nwapa.spb.ru/> к следующим подписным электронным ресурсам:

**Русскоязычные ресурсы**

Электронные учебники электронно - библиотечной системы (ЭБС) «Айбукс»

Электронные учебники электронно – библиотечной системы (ЭБС) «Лань»

Рекомендуется использовать следующий интернет-ресурсы

<http://serg.fedosin.ru/ts.htm>

<http://window.edu.ru/resource/188/64188/files/chernyshov.pdf>

**6.6. Иные источники.**

Не используются.

**7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы**

Все практические занятия проводятся в компьютерном классе. Учебная дисциплина включает использование программного обеспечения Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point для подготовки текстового и табличного материала, графических иллюстраций. Для формирования навыков использования систем имитационного моделирования используются системы имитационного моделирования AnyLogic,

GPSSworld.

Методы обучения с использованием информационных технологий (компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийных материалов).

Интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио- и видеоконференций, онлайн энциклопедии, справочники, библиотеки, электронные учебные и учебно-методические материалы).

Система дистанционного обучения Moodle.

№ п/п	Наименование
1.	Компьютерные классы с персональными ЭВМ, объединенными в локальные сети с выходом в Интернет
2.	ПО Microsoft Office
3.	Мультимедийные средства в каждом компьютерном классе и в лекционной аудитории
4.	Системы имитационного моделирования AnyLogic, GPSSworld
5.	Браузер, сетевые коммуникационные средства для выхода в Интернет
6.	Облачные технологии Elma365, Promise