

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

**Институт экономики и предпринимательства**

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г. № \_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА И НЕЙРОННЫЕ СЕТИ**

---

Уровень высшего образования  
бакалавриат

---

Направление подготовки  
38.03.05 Бизнес-информатика

---

Направленность образовательной программы  
Аналитические методы и информационные технологии поддержки принятия  
решений в экономике и бизнесе

---

Форма обучения  
очная

---

Нижний Новгород

2022 год

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

*Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 «Нечеткая логика и нейронные сети» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана по программе бакалавриата.*

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 «Нечеткая логика и нейронные сети» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ООП, направления подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика».

### 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
<b>ПК-3</b>  Способен осуществлять разработку и исследование математических и компьютерных моделей поддержки принятия решений в экономике и бизнесе.	<b>ПК-3.2</b>  Разрабатывает и применяет компьютерные модели в экономических исследованиях.	<b>Знать</b> методы нечеткой логики и нейронных сетей для разработки и исследования математических и компьютерных моделей поддержки принятия решений в экономике и бизнесе.  <b>Уметь</b> использовать методы нечеткой логики и нейронных сетей для разработки и исследования математических и компьютерных моделей поддержки принятия решений в экономике и бизнесе.  <b>Владеть</b> методами нечеткой логики и нейронных сетей для разработки и исследования математических и компьютерных моделей поддержки принятия решений в экономике и бизнесе.	Решение практических задач с использованием реальных статистических данных и информационных технологий.

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма	очно-заочная	заочная
--	-------------	--------------	---------

	обучения	форма обучения	форма обучения
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	180		
в том числе			
аудиторные занятия (контактная работа):			
- занятия лекционного типа	28		
- занятия семинарского типа (практические занятия)	28		
самостоятельная работа	85		
КСР	3		
Промежуточная аттестация – экзамен	36		

### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)			в том числе														
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателям), из них часы									Самостоятельная работа обучающегося, часы					
				Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа						Всего		
	Очная	но-заочная	очная	Очная	но-заочная	очная	Очная	но-заочная	очная	Очная	но-заочная	очная	Очная	но-заочная	очная	Очная	но-заочная	очная
Тема 1. Введение в нечеткие системы. Теория четких множеств.  Понятие нечеткой системы. Преимущества и недостатки нечетких систем. Определение четкого множества. Основные понятия матема-	9			9			9			9			9			9		

<p>тической логики. Логические операции. Таблицы истинности булевой логики. Основные законы булевой алгебры.</p>																
<p><b>Тема 2. Теория нечетких множеств.</b></p> <p>Основные определения. Характеристики нечетких множеств. Функции принадлежности и методы их построения.</p>	10			2			2					4			6	
<p><b>Тема 3. Теория нечетких множеств.</b></p> <p>Математические основы нечетких систем: операции на нечетких множествах и их свойства; нечеткая и лингвистическая переменные. Меры нечеткости нечетких множеств. Нечеткость и вероятность. Нечеткие числа и операции над ними.</p>	10			2			2					4			6	
<p><b>Тема 4. Теория нечетких множеств.</b></p> <p>Нечеткие отношения и операции над ними. Система нечеткого вывода. Алгоритмы нечеткого вывода. Методы приведения к четкости значения переменной вывода.</p>	10			2			2					4			6	
<p><b>Тема 5. Построение и применение нечетких систем в бизнесе.</b></p> <p>Нечеткие методы для бизнеса и особенности их применения. Моделирование многомерных систем. Многоцелевая оценка. Многоцелевое планирование при нечеткой информации. Принятие решений с</p>	10			2			2					4			6	

использованием нечетких моделей.																	
<b>Тема 6. Введение в методы нейронных сетей.</b> Нейронная сеть как универсальный аппроксиматор нелинейных зависимостей. Преимущества нейронных сетей. Биологический нейрон. Основные элементы модели искусственного нейрона. Модели искусственных нейронов: детерминированные модели, стохастическая модель нейрона. Понятие обратной связи. Топология нейронных сетей. Архитектура нейронных сетей: однослойные сети прямого распространения, многослойные сети прямого распространения, рекуррентные (или динамические) сети, самоорганизующиеся сети, сети со встречным распространением, вероятностная нейронная сеть (PNN), обобщенно-регрессионная нейронная сеть (GRNN), гибридные нейронные сети, нечеткие нейронные сети. Использование нейросетевых методов в современной экономике.	10		2		2					4		6					
<b>Тема 7. Обучение (тренировка) сети и некоторые задачи обучения.</b>  Обучение, основанное на коррекции ошибок. Обучение на основе памяти. Обучение Хебба. Конкурентное обуче-	10		2		2					4		6					

<p>ние. Обучение Больцмана. Парадигмы обучения нейронных сетей: обучение с учителем, обучение без учителя. Непрерывное обучение сети (адаптация). Статистическая природа процесса обучения.</p> <p>Некоторые задачи обучения:</p> <p>аппроксимация функций, классификация образов, кластеризация, предсказание / прогноз, оптимизация, ассоциативная память, управление.</p>															
<p><b>Тема 8. Нейронные сети прямого распространения сигмоидального типа.</b></p> <p>Персептрон Розенблатта.</p> <p>Многослойный персептрон.</p> <p>Алгоритм обратного распространения ошибки (BP). Обратное распространение ошибки и дифференцирование: матрица якобиана.</p> <p>Представление выхода и решающее правило.</p> <p>Методы минимизации целевой функции – градиентные методы обучения нейронной сети.</p>	10		2		2					4		6			
<p><b>Тема 9. Многослойный персептрон.</b></p> <p>Способы обеспечения и ускорения сходимости: выбор начальных весов.</p> <p>Обход локальных минимумов, упорядочение данных, пакетная обработка, управление величиной шага, импульс, методы второго порядка. Гесси-</p>	10		2		2					4		6			

ан. Обобщающие правила: переобучение, шум, объем обучающей выборки, использование подтверждающего множества, перекрестная проверка. Оптимизация архитектуры сети.																
<b>Тема 10. Нейронная сеть с радиальными базисными элементами (RBF).</b>  Математические основы функционирования RBF-сети. Радиально-симметричный шаблонный слой. Архитектура RBF-сети. Этапы обучения RBF-сети. Сравнение сетей RBF и многослойных персептронов.	10			2			2					4			6	
<b>Тема 11. Самоорганизующиеся нейронные сети.</b>  Отличительные особенности самоорганизующихся сетей на основе конкуренции. Самоорганизующиеся карты (СОК): процесс конкуренции, процесс кооперации, процесс синаптической адаптации. Алгоритмы обучения самоорганизующихся сетей: алгоритм Кохонена, алгоритм нейронного газа. Сравнение алгоритмов самоорганизации. Свойства карты признаков. Квантование вектора обучения. Методы визуализации самоорганизующихся карт. Пакетная разновидность СОК. Программные сред-	12			2			2					4			8	

ства для обработки СОК. Применение СОК в социально-экономических исследованиях.																
<b>Тема 12. Нейронные сети встречного распространения (CPN-сети).</b>  Архитектура CPN-сети. Функционирование CPN-сети. Этапы обучения CPN-сети. Преимущества, недостатки и модификация нейронных сетей встречного распространения.	10		2		2					4		6				
<b>Тема 13. Рекуррентные нейронные сети.</b>  Определение рекуррентных нейронных сетей. Главная особенность рекуррентных нейронных сетей. Рекуррентная сеть Эльмана. Роль и главная задача ассоциативной памяти. Формулы Хэмминга для расстояний между двумя векторами. Рекуррентные нейронные сети как ассоциативные запоминающие устройства: автоассоциативная нейронная сеть Хопфилда; нейронная сеть Хэмминга.	10		2		2					4		6				
<b>Тема 14. Проблемы практического использования нейронных сетей. Программные средства для обработки нейронных сетей.</b>  <i>Проблемы практического использования нейронных сетей.</i> Предварительный	10		2		2					4		6				



<p>подбор архитектуры нейронной сети. Выбор оптимальной архитектуры нейронной сети. Методы расширения нейронной сети. Подбор обучающих данных. Нечувствительность выхода нейронной сети к вариациям входных сигналов.</p> <p><b>Программные средства для обработки нейронных сетей.</b></p> <p>Пакет Deductor Academic и его отличительные особенности.</p> <p>Назначение и возможности пакета Viscovary SOMine. Концепция, положенная в основу Viscovary SOMine. Вид карты, создаваемой Viscovary SOMine.</p>															
КСР	3									3					
Промежуточная аттестация – экзамен (5-й семестр)	36														
Итого	180		28		28					59		85			

Практические занятия (семинарские занятия) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает решение прикладной задачи кейса.

На проведение практических занятий (семинарских занятий) в форме практической подготовки отводится 4 часа.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:

**аналитическая деятельность:**

- поиск информации по полученному заданию, сбор и анализ данных, необходимых для проведения конкретных экономических расчетов;
- обработка массивов экономических данных в соответствии с поставленной задачей, анализ, оценка, интерпретация полученных результатов и обоснование выводов;
- анализ и интерпретация показателей, характеризующих социально-экономические процессы и явления на микро- и макроуровне как в России, так и за рубежом;

- компетенций: ПК-3 - Способен осуществлять разработку и исследование математических и компьютерных моделей поддержки принятия решений в экономике и бизнесе.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

##### **Виды самостоятельной работы по дисциплине:**

1. Подготовка к практическим занятиям, в частности выполнение заданий и решение задач, выдаваемых на самостоятельную подготовку, наполнение портфолио.
2. Выполнение аудиторных и домашних самостоятельных работ.
3. Самостоятельное изучение отдельных вопросов теории по учебникам и методическим пособиям.
4. Самостоятельная работа в творческих группах: выполнение обучающимися в составе творческого коллектива проектов.
5. Самостоятельное решение задач с использованием математических методов и информационных технологий.
6. Подготовка к практическим занятиям и активное участие в них.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются **авторские учебные пособия**, адаптированные к учебному процессу по дисциплине «Нечеткая логика и нейронные сети»:

1. **Перова В.И.** Нейронные сети: Учебное пособие. Часть 1. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. – 155 с. (**имеется в Фундаментальной библиотеке ННГУ в количестве 72 экз.**).
2. **Перова В.И.** Нейронные сети: Учебное пособие. Часть 2. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. – 111 с. (**имеется в Фундаментальной библиотеке ННГУ в количестве 71 экз.**).
3. **Перова В.И.** Нейронные сети в экономических приложениях. Часть 1. Нейронные сети, обучаемые с учителем: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. – 130 с. (**имеется в Фундаментальной библиотеке ННГУ в количестве 72 экз.**).
4. **Перова В.И.** Нейронные сети в экономических приложениях. Часть 2. Нейронные сети, обучаемые без учителя: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. – 135 с. (**имеется в Фундаментальной библиотеке ННГУ в количестве 73 экз.**).

**Контроль знаний обучающихся** включает в себя следующие составляющие:

- Текущий контроль по посещению лекционных, практических занятий и активности работы на них.
- Защита учебно-исследовательских проектов по темам исследования.
- В конце каждого практического занятия преподаватель контролирует выполнение задания каждым из обучающихся.
- Текущий контроль по успеваемости: выполнение самостоятельных работ на ЭВМ.
- Итоговый контроль по практическим занятиям на ЭВМ.
- Итоговая оценка: оценка на экзамене с учетом итогов контроля по лекционным и практическим занятиям.

**5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

**5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа.	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов.
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
<b>удовлетвори-</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых

<b>тельно</b>	направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
<b>не удовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### 5.2.1. Контрольные вопросы

Вопросы		Код формируемой компетенции
Тема 1. Введение в нечеткие системы		ПК-3
1.	Что такое нечеткая система?	ПК-3
2.	Назовите преимущества и недостатки нечетких систем.	
3.	Что такое четкое множество?	
4.	Что является объектом исследования в математической логике?	
5.	Какая переменная называется логической или булевой?	
6.	Какая функция называется двоичной (булевой) функцией от двоичных переменных?	
7.	Назовите логические операции над высказываниями. Какими знаками они обозначаются?	
8.	В каких случаях сложное высказывание, полученное в результате логической операции, истинно?	
9.	Что представляет собой таблица истинности? Приведите таблицу истинности булевой логики.	
Тема 2. Теория нечетких множеств		ПК-3
1.	Что такое универсальное множество?	ПК-3
2.	Что такое нечеткое множество?	
3.	Приведите определение нечеткого множества первого рода.	
4.	Что такое высота нечеткого множества?	
5.	Какое нечеткое множество называется нормальным, субнормальным, пустым?	
6.	Что называется ядром и $\alpha$ -сечением нечеткого множества?	
7.	Что такое носитель и точка перехода нечеткого множества?	
8.	Что такое характеристическая функция принадлежности и что она указывает? Перечислите методы построения функций принадлежности нечетких множеств.	
Тема 3. Теория нечетких множеств		ПК-3
1.	Приведите определение операции включения (доминирования), равенства, отрицания нечетких множеств.	ПК-3
2.	В чем отличие операции отрицания нечеткого множества от операции отрицания обычного (четкого) множества?	
3.	Что такое логическая сумма, логическое произведение и разность нечетких	

множеств?	
4. Приведите определение операции треугольной нормы (t-нормы) и операции треугольной конормы (s-нормы).	
5. Как определяется операция алгебраической суммы и операции алгебраического произведения нечетких множеств.	
6. Как определяется операция возведения в степень нечеткого множества?	
7. Как определяется ограниченная сумма, ограниченная разность и ограниченное произведение нечетких множеств?	
8. Что такое нормализация нечеткого множества?	
9. Как определяется нечеткая переменная ?	
10. Что называется лингвистической переменной?	
11. Что такое терм? Как он задается? Приведите определение терм-множества.	
12. Приведите определение операции концентрирования (уплотнения). С каким идентификатором она отождествляется при действиях с лингвистической переменной?	
13. Как определяется операция растяжения нечеткого множества? Как формулируется лингвистическое значение этой операции?	
<b>Тема 4. Теория нечетких множеств</b>	<i>ПК-3</i>
1. Что называется нечетким отношением?	
2. Какие операции выполняются над нечеткими отношениями?	
3. Что образует систему нечеткого вывода?	
4. В каком виде формируются нечеткие базы знаний?	
5. Что такое фуззификатор и дефуззификатор?	<i>ПК-3</i>
6. В чем отличие восходящих нечетких выводов от нисходящих?	
7. Перечислите этапы осуществления восходящего логического вывода.	
8. Назовите алгоритмы нечеткого вывода.	
9. Какие существуют методы приведения к четкости значения переменной вывода?	
<b>Тема 5. Построение и применение нечетких систем в бизнесе</b>	<i>ПК-3</i>
1. Назовите нечеткие методы, области и цели их применения в бизнесе.	
2. Опишите линейную интервальную регрессионную модель.	
3. В чем заключается сущность нечеткого группового метода обработки данных (ГМОД) для многомерных нелинейных систем?	
4. Какая математическая задача решается для многоцелевого планирования при нечеткой информации?	
5. Дайте определения паллиативного и а-паллиативного оптимального решения.	<i>ПК-3</i>
6. Перечислите методы идентификации структуры оценки при многоатрибутном принятии решений.	
7. Опишите модель принятия решений с применением лингвистического представления.	
<b>Тема 6. Введение в методы нейронных сетей</b>	<i>ПК-3</i>
1. Что такое нейронная сеть? Назовите преимущества нейронных сетей.	<i>ПК-3</i>
2. Опишите биологический нейрон.	
3. Каковы основные элементы модели искусственного нейрона?	
4. Охарактеризуйте детерминированную и статистическую модели нейрона.	
5. Что такое обратная связь?	
6. Что такое топология нейронных сетей?	
7. Что такое архитектура нейронных сетей? Охарактеризуйте архитектуры нейронных сетей.	
8. Приведите примеры использования нейронных сетей в современной	

	ЭКОНОМИКЕ.	
	<b>Тема 7. Обучение (тренировка) сети и некоторые задачи обучения</b>	<b>ПК-3</b>
1.	Что такое алгоритм обучения?	<b>ПК-3</b>
2.	Назовите парадигмы обучения нейронных сетей и дайте им характеристику.	
3.	Что такое адаптация сети?	
4.	В чем заключается статистическая природа процесса обучения? Перечислите задачи обучения.	
5.	В чем отличие между классификацией и кластеризацией?	
6.	Что такое ассоциативная память?	
	<b>Тема 8. Нейронные сети прямого распространения сигмоидального типа</b>	<b>ПК-3</b>
1.	Опишите персептрон Розенблатта?	<b>ПК-3</b>
2.	Какова архитектура многослойного персептрона?	
3.	Охарактеризуйте алгоритм обратного распространения ошибки.	
4.	Для чего необходим подбор коэффициента обучения?	
5.	На что влияют начальные значения весовых коэффициентов нейронной сети?	
	<b>Тема 9. Многослойный персептрон</b>	<b>ПК-3</b>
1.	Каковы способы обеспечения и ускорения сходимости процесса обучения?	<b>ПК-3</b>
2.	Назовите обобщающие правила. В чем они заключаются?	
	<b>Тема 10. Нейронная сеть с радиальными базисными элементами (RBF)</b>	<b>ПК-3</b>
1.	Что составляет математическую основу функционирования RBF-сетей?	<b>ПК-3</b>
2.	Что реализуют скрытые нейроны радиально-симметричного шаблонного слоя?	
3.	Какова архитектура RBF-сетей?	
4.	Назовите этапы обучения RBF-сети.	
5.	В чем отличие сетей RBF и многослойных персептронов?	
	<b>Тема 11. Самоорганизующиеся нейронные сети</b>	<b>ПК-3</b>
1.	Перечислите отличительные особенности самоорганизующихся сетей на основе конкуренции.	<b>ПК-3</b>
2.	Что такое самоорганизующиеся карты (СОК)? Какие процессы лежат в основе их построения?	
3.	Назовите алгоритмы обучения самоорганизующихся сетей и дайте им характеристику.	
4.	Каковы свойства карты признаков?	
5.	Назовите программные средства для обработки СОК. В чем их преимущества и недостатки?	
6.	Перечислите применение СОК в социально-экономических исследованиях.	
	<b>Тема 12. Нейронные сети встречного распространения (CPN-сети)</b>	<b>ПК-3</b>
1.	Что такое нейронные сети встречного распространения (CPN-сети)?	<b>ПК-3</b>
2.	Как функционирует CPN-сеть?	
3.	Опишите процесс обучения CPN-сети.	
4.	Каковы преимущества и недостатки нейронных сетей встречного распространения?	
	<b>Тема 13. Рекуррентные нейронные сети</b>	<b>ПК-3</b>
1.	Что такое рекуррентные нейронные сети?	<b>ПК-3</b>
2.	Какая главная особенность рекуррентных сетей?	
3.	Какова архитектура нейронной сети Эльмана?	

4.	Опишите алгоритм обучения сети Эльмана. Какие задачи можно решать с использованием нейронной сети Эльмана?	
5.	Какова роль и главная задача ассоциативной памяти?	
6.	Напишите формулы Хэмминга для расстояний между двумя векторами.	
7.	Какова архитектура автоассоциативной нейронной сети Хопфилда?	
	Опишите алгоритм обучения сети Хопфилда.	
8.	Какова архитектура нейронной сети Хэмминга? Охарактеризуйте функционирование сети Хэмминга.	
9.	В чем достоинство нейронной сети Хэмминга по сравнению с сетью Хопфилда?	
<b>Тема 14. Проблемы практического использования нейронных сетей. Программные средства для обработки нейронных сетей</b>		<b>ПК-3</b>
1.	Выбор чего предполагает предварительный подбор архитектуры нейронной сети?	<b>ПК-3</b>
2.	Назовите важнейшее свойство нейронной сети для выбора её оптимальной архитектуры.	
3.	Для чего производится редукция сети? Перечислите методы редукции нейронной сети.	
4.	В чем сущность методов расширения нейронной сети?	
5.	Каковы функции каждого слоя нейронов в составе нейронной сети?	
6.	Каковы назначение и возможности пакета Deductor Academic?	
7.	Какие функции активации реализованы в Deductor Academic?	
8.	Каковы назначение и возможности пакета Viscosity SOMine?	
9.	Какая концепция положена в основу Viscosity SOMine?	

**5.2.2. Типовые тестовые билеты для оценки сформированности компетенции ПК-3:**  
**ОБРАЗЦЫ БИЛЕТОВ ДЛЯ ЭКЗАМЕНА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**«НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА И НЕЙРОННЫЕ СЕТИ»**

Национальный исследовательский Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского  
**ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА**  
Кафедра математического моделирования экономических процессов  
Направление подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика»  
Дисциплина «НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА И НЕЙРОННЫЕ СЕТИ»

**БИЛЕТ № 00**

**Теоретические вопросы:**

1. Функции принадлежности и методы их построения.
2. Самоорганизующиеся нейронные сети.

**Практическая задача:**

Заданы нечеткие истинностные значения:

«истинно» = (0/0; 0/0,2; 0,35/0,4; 0,7/0,6; 0,85/0,8; 1/1);



«более-менее истинно» = (0/0; 0,03/0,2; 0, 5/0,4; 0,75/0,6; 0,9/0,8; 1/1);

«почти истинно» = (0/0; 0,03/0,2; 0,45/0,4; 0,75/0,6; 0,95/0,8; 0,85/1).

Найти нечеткую истинность выражения: «почти истинно» И «истинно».

Сравнить результат с нечетким истинностным значением «более-менее истинно».

Экзаменатор \_\_\_\_\_ В.И. Перова

---

**Национальный исследовательский Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского  
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА  
Кафедра математического моделирования экономических процессов  
Направление подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика  
Дисциплина «НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА И НЕЙРОННЫЕ СЕТИ»**

**БИЛЕТ № 01**

***Теоретические вопросы:***

1. Нечеткие множества. Основные характеристики нечетких множеств.
2. Модели искусственных нейронов.

***Практическая задача:***

Заданы нечеткие истинностные значения:

«истинно» = (0/0; 0/0,1; 0,25/0,3; 0,6/0,5; 0,7/0,8; 1/1);

«более-менее истинно» = (0/0; 0,04/0,2; 0, 6/0,5; 0,7/0,6; 0,95/0,8; 1/1);

«почти истинно» = (0/0; 0,04/0,2; 0,47/0,4; 0,65/0,7; 0,95/0,8; 0,85/1).

Найти нечеткую истинность выражения: «более-менее истинно» И «истинно».

Сравнить результат с нечетким истинностным значением «почти истинно».

Экзаменатор \_\_\_\_\_ В.И. Перова

---

**6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**а) основная литература (имеется в достаточном количестве в Фундаментальной библиотеке ННГУ):**

5. **Перова В.И.** Нейронные сети: Учебное пособие. Часть 1. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. – 155 с. (в ФБ ННГУ имеется 72 экз.).

6. **Перова В.И.** Нейронные сети: Учебное пособие. Часть 2. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. – 111 с. (в ФБ ННГУ имеется 71 экз.).
7. **Перова В.И.** Нейронные сети в экономических приложениях. Часть 1. Нейронные сети, обучаемые с учителем: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. – 130 с. (в ФБ ННГУ имеется 72 экз.).
8. **Перова В.И.** Нейронные сети в экономических приложениях. Часть 2. Нейронные сети, обучаемые без учителя: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. – 135 с. (в ФБ ННГУ имеется 73 экз.).

**б) дополнительная литература:**

1. **Овчинников П.Е.** Применение искусственных нейронных сетей для обработки сигналов: Учебно-методическое пособие. Рег. номер 402.12.05 от 17.01.12. <http://www.unn.ru>

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)**

***Программное обеспечение:***

1. ОС Windows Корпоративная.
2. Программный пакет Viscosity SOMine.
3. Программный пакет Deductor Academic.

***Интернет-ресурсы:***

1. <http://elibrary.ru/>
2. <http://www.gks.ru/>
3. <http://www.znaniyum.com/>
4. <http://www.unn.ru>

**7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: персональными компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика (бакалавриат), профиль «Аналитические методы и информационные технологии поддержки принятия решений в экономике и бизнесе».

Автор:

Доцент кафедры математического моделирования экономических процессов Института экономики и предпринимательства ННГУ,  
к.ф.-м.н., доцент \_\_\_\_\_ **В.И. Перова**

Рецензент:

Профессор кафедры теоретической, компьютерной и экспериментальной

механики Института информационных технологий математики и механики ННГУ,  
д.ф.-м.н., доцент \_\_\_\_\_ **Д.Т. Чекмарев**

Заведующий кафедрой математического моделирования экономических процессов Института  
экономики и предпринимательства ННГУ,  
д.ф.-м.н., профессор \_\_\_\_\_ **Ю.А. Кузнецов**

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института экономики и предпри-  
нимательства от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 года, протокол № .