

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра информационных систем и математических методов в экономике

Авторы-составители: **Шишкин Владимир Андреевич**

Рабочая программа дисциплины

НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА И НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Код УМК 77072

Утверждено
Протокол №9
от «21» мая 2019 г.

Пермь, 2019

1. Наименование дисциплины

Нечеткая логика и нейронные сети

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **38.03.05** Бизнес-информатика
направленность Бизнес-аналитика

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Нечеткая логика и нейронные сети** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

38.03.05 Бизнес-информатика (направленность : Бизнес-аналитика)

ПК.3 способен на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные математические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	38.03.05 Бизнес-информатика (направленность: Бизнес-аналитика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	11
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	28
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (11 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Нечеткая логика и нейронные сети

Раздел 1. Нечёткие множества

Понятие нечёткого множества. Основные определения: функция принадлежности, носитель, альфа-сечение, треугольные нормы и конормы, высота множества и т.д. Теоретико-множественные операции над нечёткими множествами. Нечёткие и лингвистические переменные. Методы построения функции принадлежности.

Раздел 2. Нечёткие величины и нечёткая оптимизация

Понятие нечёткой величины. Нечёткие числа и нечёткие интервалы. Принцип обобщения. Нечёткие функции. Нечёткая арифметика. Методы сравнения нечётких величин. Задачи нечёткой оптимизации: модель ожидаемого значения, программирование с возможностными ограничениями, событийное программирование, программирование с нечёткими решениями.

Раздел 3. Нечёткая логика

Лингвистическая переменная истинности. Значения истинности "неизвестно" и "не определено". Составные переменные истинности. Композиционное правило вывода и приближённые рассуждения. Основные алгоритмы нечёткого вывода.

Раздел 4. Нейронные сети

Модели нейронов. Архитектура сетей. Представление знаний. Процессы обучения.

Раздел 5. Обучение с учителем

Однослойный и многослойный перцептроны. Понятие об алгоритме обратного распространения. Сети на основе радиальных базисных функций. Машины опорных векторов. Решение задач аппроксимации и классификации. Ассоциативные машины: статические структуры (усреднение по ансамблю и усиление) и динамические структуры (смещение мнений экспертов и иерархическое объединение мнений экспертов).

Раздел 6. Обучение без учителя

Анализ главных компонент. Карты самоорганизации: модели отображения признаков, процессы конкуренции, кооперации и адаптации. Модели на основе теории информации. Стохастические машины.

Раздел 7. Обучение с подкреплением

Модели обучения с подкреплением.

Раздел 8. Динамические нейросетевые модели

Временная обработка с использованием сетей прямого распространения. Нейродинамика и динамически управляемые рекуррентные сети.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

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

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Яхьяева Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети: учебное пособие / Г. Э. Яхьяева. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2006, ISBN 5-94774-510-0.-316.- Библиогр.: с. 315
2. Томасова, Д. А. Стратегический анализ с применением размытой логики и теории нечетких множеств : учебное пособие / Д. А. Томасова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 105 с. — ISBN 978-5-4486-0784-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/86338.html>

Дополнительная:

1. Интеллектуальные информационные системы и технологии : учебное пособие / Ю. Ю. Громов, О. Г. Иванова, В. В. Алексеев [и др.]. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 244 с. — ISBN 978-5-8265-1178-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/63850.html>
2. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс / С. Хайкин ; [пер. с англ. Н. Н. Куссуль, А. Ю. Шелестова ; под ред. Н. Н. Куссуль]. -М.:Вильямс,2006, ISBN 5-8459-0890-6.-1104.
3. Нечеткие задачи в математическом моделировании : методические указания к самостоятельной работе / составители И. А. Седых, В. А. Скопин. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 22 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/22896>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<https://stepik.org/course/401/promo> Онлайн курс

https://www.coursera.org/specializations/machine-learning-data-analysis?ranMID=40328&ranEAID=N*EDAps8gF4&ranSiteID=N.EDAps8gF4-GSRNVEILK2iICdFYPSvwa&siteID=N.EDAps8gF4-GSRNVEILK2iICdFYPSvwa&utm_content=2&utm_medium=partners&utm_source=lin Онлайн курс Курсера

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Нечеткая логика и нейронные сети** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1. пакет офисных приложений

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Материально-техническая база обеспечивается наличием:

1. Лекционные занятия - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
2. Занятий семинарского типа (практические занятия) - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
3. Лабораторные занятия - Компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.
4. Самостоятельная работа - аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.
5. Текущий контроль и промежуточная аттестация - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

6. Индивидуальные и групповые консультации - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской или аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Требование к аудиториям определяется видом занятий, предусмотренных соответствующим учебным планом.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Нечеткая логика и нейронные сети**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.3 способен на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные математические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты</p>	<p>знать основные методы описания экономических процессов и явлений с помощью нечетких множеств; уметь использовать нечёткую логику и нейронные сети для анализа экономических систем и интерпретации полученных результатов; обладать навыками практического применения методов нечеткой логики и нейросетевого моделирования с применением специализированного программного обеспечения</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные методы описания экономических процессов и явлений с помощью нечетких множеств; не умеет использовать нечёткую логику и нейронные сети для анализа экономических систем и интерпретации полученных результатов; не владеет навыками практического применения методов нечеткой логики и нейросетевого моделирования с применением специализированного программного обеспечения</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>На удовлетворительном уровне знает основные методы описания экономических процессов и явлений с помощью нечетких множеств; На удовлетворительном уровне умеет использовать нечёткую логику и нейронные сети для анализа экономических систем и интерпретации полученных результатов; На удовлетворительном уровне владеет навыками практического применения методов нечеткой логики и нейросетевого моделирования с применением специализированного программного обеспечения</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>В целом хорошее знание основных методов описания экономических процессов и явлений с помощью нечетких множеств; В целом сформировано умение использовать нечёткую логику и нейронные сети для анализа экономических систем и интерпретации полученных результатов; В целом демонстрирует хорошее владение</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>навыками практического применения методов нечеткой логики и нейросетевого моделирования с применением специализированного программного обеспечения.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Высокий уровень знания основных методов описания экономических процессов и явлений с помощью нечетких множеств; Сформировано уверенное умение использовать нечёткую логику и нейронные сети для анализа экономических систем и интерпретации полученных результатов; Высокий уровень владения навыками практического применения методов нечеткой логики и нейросетевого моделирования с применением специализированного программного обеспечения</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : 28/0/14/66 зачет

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 42 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 42 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Раздел 1. Нечёткие множества Входное тестирование	Проверяются знания по математике, статистике и логике.
ПК.3 способен на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные математические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты	Раздел 1. Нечёткие множества Письменное контрольное мероприятие	Знание понятия нечёткого множества и основные определения: функция принадлежности, носитель, альфа-сечение, треугольные нормы и конормы, высота множества и т.д. Знать Теоретико-множественные операции над нечёткими множествами. Нечёткие и лингвистические переменные. Уметь строить функции принадлежности.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.3 способен на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные математические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты</p>	<p>Раздел 3. Нечёткая логика Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Знает и умеет применять следующие понятия: 1. Понятие нечёткой величины. Нечёткие числа и нечёткие интервалы. Принцип обобщения. 2. Нечёткие функции. 3. Нечёткая арифметика. Методы сравнения нечётких величин. 4. Задачи нечёткой оптимизации: модель ожидаемого значения, программирование связанными ограничениями, событийное программирование, программирование с нечёткими решениями. 5. Лингвистическая переменная истинности. Значения истинности "неизвестно" и "не определено". Составные переменные истинности. 6. Композиционное правило вывода и приближённые рассуждения. 7. Основные алгоритмы нечёткого вывода.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.3 способен на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные математические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты</p>	<p>Раздел 8. Динамические нейросетевые модели Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>1. Модели нейронов. Архитектура сетей. Представление знаний. Процессы обучения. 2. Однослойный и многослойный персептроны. Понятие об алгоритме обратного распространения. 3. Сети на основе радиальных базисных функций. Машины опорных векторов. Решение задач аппроксимации и классификации. 4. Временная обработка с использованием сетей прямого распространения. Нейродинамика и динамически управляемые рекуррентные сети. 5. Нейродинамическое программирование. 6. Анализ главных компонент. Карты самоорганизации: модели отображения признаков, процессы конкуренции, кооперации и адаптации. 7. Модели на основе теории информации. Стохастические машины. 8. Нейродинамическое программирование. 9. Временная обработка с использованием сетей прямого распространения. Нейродинамика и динамически управляемые рекуррентные сети.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Раздел 1. Нечёткие множества

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Верно решенное задание (максимальный балл)	20
Верно решенное задание (проходной балл)	9
Верно решенное задание (балл за 1 задание)	2

Раздел 1. Нечёткие множества

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**
 Проходной балл: **16.5**

Показатели оценивания	Баллы
1. Понятие нечёткого множества. Основные определения: функция принадлежности, носитель, альфа-сечение, треугольные нормы и нормы, высота множества и т.д.	10
3. Методы построения функции принадлежности. Нечёткие и лингвистические переменные.	10
2. Теоретико-множественные операции над нечёткими множествами.	10

Раздел 3. Нечёткая логика

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**
 Проходной балл: **16.5**

Показатели оценивания	Баллы
1. Понятие нечёткой величины. Нечёткие числа и нечёткие интервалы. Принцип обобщения. 2. Нечёткие функции. 3. Нечёткая арифметика. Методы сравнения нечётких величин.	10
7. Основные алгоритмы нечёткого вывода.	10
5. Лингвистическая переменная истинности. Значения истинности "неизвестно" и "не определено". Составные переменные истинности. 6. Композиционное правило вывода и приближённые рассуждения.	10
4. Задачи нечёткой оптимизации: модель ожидаемого значения, программирование с возможностными ограничениями, событийное программирование, программирование с нечёткими решениями.	10

Раздел 8. Динамические нейросетевые модели

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**
 Проходной балл: **8.5**

Показатели оценивания	Баллы
1. Модели нейронов. Архитектура сетей. Представление знаний. Процессы обучения. 2. Однослойный и многослойный персептроны. Понятие об алгоритме обратного распространения. 3. Сети на основе радиальных базисных функций. Машины опорных векторов. Решение задач аппроксимации и классификации.	5
8. Нейродинамическое программирование. 9. Временная обработка с использованием сетей	5

прямогораспространения. Нейродинамика и динамически управляемые рекуррентные сети.	
6. Анализ главных компонент. Карты самоорганизации: модели отображения признаков, процессы конкуренции, кооперации и адаптации. 7. Модели на основе теории информации. Стохастические машины.	5
4. Временная обработка с использованием сетей прямогораспространения. Нейродинамика и динамически управляемые рекуррентные сети.5. Нейродинамическое программирование.	5