

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 94363

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 обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.03.02** Прикладная математика и информатика
направленность Математическое моделирование и информационные технологии в бизнесе

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность : Математическое моделирование и информационные технологии в бизнесе)

ПК.3 Способность осуществлять теоретическое обобщение исходных данных, использовать современные математические модели и методы при решении задач моделирования в предметной области

Индикаторы

ПК.3.1 Осуществляет теоретическое обобщение информации, использует и модифицирует существующие математические модели в предметной области

ПК.3.2 Разрабатывает и внедряет новые методы и алгоритмы, обеспечивающие решение поставленной задачи в предметной области

ПК.3.3 Исследует построенную математическую модель на соответствие проблемной ситуации, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Математическое моделирование и информационные технологии в бизнесе)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	56
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	88
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Нечёткая логика и нейронные сети

Входное тестирование

Проверяются знания по теории вероятностей и математической статистике, логике, математике

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.

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.

Тест: нечёткие множества

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.

Тест: нечёткая логика

4. Нейронные сети

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

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 (смешение мнений экспертов и иерархическое объединение мнений экспертов).

6. Обучение без учителя

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

7. Обучение с подкреплением

Модели обучения с подкреплением.

8. Динамические нейросетевые модели

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

Итоговое контрольное мероприятие

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

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: Образовательный процесс по дисциплине «Нечеткая логика и нейронные сети» предполагает:

- 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.

1. MS Excel
2. GNU Octave
3. Scilab

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

В учебном процессе для проведения лекционных и практических занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий требуется лаборатория информационных технологий в прогнозировании и управлении процессами социально-экономического развития, оснащенная специализированным оборудованием, или компьютерный класс. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории или компьютерного класса.

Для самостоятельной работы требуется аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, а так же помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

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

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.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.3

Способность осуществлять теоретическое обобщение исходных данных, использовать современные математические модели и методы при решении задач моделирования в предметной области

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.3.2 Разрабатывает и внедряет новые методы и алгоритмы, обеспечивающие решение поставленной задачи в предметной области</p>	<p>знать основные подходы к разработке новых методов и алгоритмов, использующих нечёткую логику и нейросетевые модели; уметь разрабатывать новые методы и алгоритмы, использующие нечёткую логику и нейронные сети; обладать навыками разработки и внедрения новых методов и алгоритмов</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные подходы к разработке новых методов и алгоритмов, использующих нечёткую логику и нейросетевые модели; Не умеет разрабатывать новые методы и алгоритмы, использующие нечёткую логику и нейросетевые модели; Не обладает навыками разработки и внедрения новых методов и алгоритмов</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Неуверенно знает основные подходы к разработке новых методов и алгоритмов, использующих нечёткую логику и нейросетевые модели; Удовлетворительный уровень умения разрабатывать новые методы и алгоритмы, использующие нечёткую логику и нейросетевые модели; Удовлетворительное владение навыками разработки и внедрения новых методов и алгоритмов</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>В целом хорошее знание основных подходов к разработке новых методов и алгоритмов, использующих нечёткую логику и нейросетевые модели; В целом сформировано умение разрабатывать новые методы и алгоритмы, использующие нечёткую логику и нейросетевые модели;</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>В целом демонстрирует хорошее владение навыками разработки и внедрения новых методов и алгоритмов</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Высокий уровень знания основных подходов к разработке новых методов и алгоритмов, использующих нечёткую логику и нейросетевые модели; Сформировано уверенное умение разрабатывать новые методы и алгоритмы, использующие нечёткую логику и нейросетевые модели; Высокий уровень владения навыками навыками разработки и внедрения новых методов и алгоритмов</p>
<p>ПК.3.3 Исследует построенную математическую модель на соответствие проблемной ситуации, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования</p>	<p>знать основные методы исследования математических моделей, использующих нечёткую логику и нейронные сети, уметь разрабатывать алгоритмы и оценивает эффективность их использования в терминах нечеткой логики и/или нейронных сетей, владеть навыками практического применения методов нечеткой логики и сетевого для построения математических моделей и анализа их соответствия проблемной ситуации</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные методы построения математических моделей на нечетких множествах и нейронных сетях, Не умеет разрабатывать алгоритмы и оценивать эффективность их использования в терминах нечеткой логики и/или нейронных сетей, Не владеет навыками практического применения методов нечеткой логики и сетевого для построения математических моделей и анализа их соответствия проблемной ситуации</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Не уверенно знает основные методы построения математических моделей на нечетких множествах и нейронных сетях, Удовлетворительный уровень умения разрабатывать алгоритмы и оценивать эффективность их использования в терминах нечеткой логики и/или нейронных сетей,</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Удовлетворительное владение навыками практического применения методов нечеткой логики и сетевого для построения математических моделей и анализа их соответствия проблемной ситуации</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>В целом хорошее знание основных методов построения математических моделей на нечетких множествах и нейронных сетях, В целом сформировано умение разрабатывать алгоритмы и оценивать эффективность их использования в терминах нечеткой логики и/или нейронных сетей, В целом демонстрирует хорошее владение навыками практического применения методов нечеткой логики и сетевого для построения математических моделей и анализа их соответствия проблемной ситуации</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Высокий уровень знания основных методов построения математических моделей на нечетких множествах и нейронных сетях, Сформировано уверенное умение разрабатывать алгоритмы и оценивать эффективность их использования в терминах нечеткой логики и/или нейронных сетей, Высокий уровень владения навыками практического применения методов нечеткой логики и сетевого для построения математических моделей и анализа их соответствия проблемной ситуации</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично
<p>ПК.3.1 Осуществляет теоретическое обобщение информации, использует и модифицирует существующие математические модели в предметной области</p>	<p>знать основные понятия и методы моделирования на нечетких множествах и нейронных сетях, уметь осуществлять теоретическое обобщение информации с помощью нечеткой логики и/или нейронных сетей, владеет навыками использования и модификации моделей с применением методов нечеткой логики и сетевого моделирования</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные понятия и методы моделирования на нечетких множествах и нейронных сетях, Не умеет осуществлять теоретическое обобщение информации с помощью нечеткой логики и/или нейронных сетей, Не владеет навыками использования и модификации моделей с применением методов нечеткой логики и сетевого моделирования</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Демонстрирует общие, но не структурированные (фрагментированные) знания основных понятий и методов моделирования на нечетких множествах и нейронных сетях, частично умеет осуществлять теоретическое обобщение информации с помощью нечеткой логики и/или нейронных сетей, частично владеет навыками использования и модификации моделей с применением методов нечеткой логики и сетевого моделирования</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Демонстрирует сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных понятий и методов моделирования на нечетких множествах и нейронных сетях, В целом с небольшими пробелами умеет осуществлять теоретическое обобщение информации с помощью нечеткой логики и/или нейронных сетей, В целом с небольшими пробелами владеет навыками использования и модификации моделей с применением методов нечеткой логики и сетевого моделирования</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Демонстрирует глубокие знания основных понятий и методов моделирования на нечетких множествах и нейронных сетях, Сформированное умение осуществлять</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>теоретическое обобщение информации с помощью нечеткой логики и/или нейронных сетей, Сформированное владение навыками использования и модификации моделей с применением методов нечеткой логики и сетевого моделирования на высоком уровне</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

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 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Входное тестирование Входное тестирование	Проверяются знания по теории вероятностей и математической статистике, логике, математике
ПК.3.1 Осуществляет теоретическое обобщение информации, использует и модифицирует существующие математические модели в предметной области ПК.3.3 Исследует построенную математическую модель на соответствие проблемной ситуации, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования ПК.3.2 Разрабатывает и внедряет новые методы и алгоритмы, обеспечивающие решение поставленной задачи в предметной области	Тест: нечёткие множества Защищаемое контрольное мероприятие	Знать понятие нечёткого множества, нечёткой и лингвистической переменных. Уметь проводить операции над нечёткими множествами, операциями над нечёткими величинами. Постановка задачи нечёткой оптимизации.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.3.1 Осуществляет теоретическое обобщение информации, использует и модифицирует существующие математические модели в предметной области</p> <p>ПК.3.3 Исследует построенную математическую модель на соответствие проблемной ситуации, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования</p> <p>ПК.3.2 Разрабатывает и внедряет новые методы и алгоритмы, обеспечивающие решение поставленной задачи в предметной области</p>	<p>Тест: нечёткая логика</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Знать нечёткие и лингвистические переменные, лингвистическую переменную истинности. Уметь делать нечёткий логический вывод.</p>
<p>ПК.3.1 Осуществляет теоретическое обобщение информации, использует и модифицирует существующие математические модели в предметной области</p> <p>ПК.3.3 Исследует построенную математическую модель на соответствие проблемной ситуации, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования</p> <p>ПК.3.2 Разрабатывает и внедряет новые методы и алгоритмы, обеспечивающие решение поставленной задачи в предметной области</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Знать основные понятия из теории искусственных нейронных сетей. Основные архитектуры нейросетей. Уметь применять методы классификации обучения с учителем и без учителя.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Входное тестирование

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

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

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

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Знает и умеет использовать основные понятия и методы теории вероятностей и математической статистики: вероятность, случайная величина, статистика, точечные и интервальные оценки и т.п.	4
Знает и умеет использовать основные понятия логики: посылка, следствие, логический вывод, высказывание, предикат и т.п.	3
Знает и умеет использовать основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры. Умеет решать уравнения. Знает условия существования экстремума гладкой функции.	3

Тест: нечёткие множества

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

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

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знает основные понятия теории нечётких множеств. Знает способы задания функции принадлежности нечёткого множества.	8
Умеет работать с нечёткими отношениями.	8
Умеет работать с нечёткими величинами. Знает способы сравнения нечётких величин.	8
Знает варианты задач нечёткой оптимизации.	6

Тест: нечёткая логика

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

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

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знает понятие нечёткой переменной истинности. Умеет определять нечёткие переменные, использующие понятия "не определено" и "неизвестно".	8
Знает понятия нечёткой и лингвистической переменной. Умеет определять лингвистические переменные с нечёткими значениями.	8
Умеет использовать правила нечёткого логического вывода. Умеет выполнять дефаззификацию полученного результата.	8
Умеет строить системы нечёткого логического вывода.	6

Итоговое контрольное мероприятие

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

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

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: 17

Показатели оценивания	Баллы
Знает понятие нечёткого множества, нечёткой величины, нечёткого отношения. Умеет выполнять преобразования нечётких величин. Знает и умеет использовать основные модели нечёткой оптимизации.	10
Знание понятия самоорганизующихся нейронных сетей. Знание принципов использования искусственных нейросетей для решения задач регрессии, классификации и кластеризации. Понятие о нейронечётких системах.	10
Знает понятие искусственного нейрона, многослойного персептрон. Многослойная нейросеть как универсальный аппроксиматор. Знание понятий сети на основе радиальных базисных функций и машины опорных векторов.	10
Знает и умеет использовать понятия нечёткой и лингвистической переменных, лингвистической переменной истинности. Умеет выполнять нечёткий логический вывод, строить системы нечёткого вывода.	10