



Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 27.04.05 «Инноватика» (программа магистратуры), утвержденным приказом МГУ от 22 июля 2011 года № 729 (в редакции приказов МГУ от 22 ноября 2011 года № 1066, от 21 декабря 2011 года № 1228, от 30 декабря 2011 года № 1289, от 22 мая 2015 года № 490, от 30 июня 2016 года № 746).

Год (годы) приема на обучение: 2019, 2020.

## I. Цели и задачи учебной дисциплины

**Целью** освоения дисциплины «Сенсорные сети и нейрокоммуникации» является знакомство студентов с основными классами нейронных сетей, принципами обучения их построению и использованию, как традиционных, так и основанных на нечеткой логике, а также формирование у студентов практических навыков и умений по использованию программ моделирования нейронных сетей для решения экономических задач.

**Задачами** дисциплины являются:

- Изучение существующих концепций построения сенсорных сетей и нейрокоммуникаций и особенностей их применения в предпринимательской деятельности.
- Освоение и обучение основным технологиям проектирования и построения нейросетей.
- Формирование знаний об основных параметрах беспроводных сенсорных сетей и практикой их использования.
- Формирование навыков и умений практического применения нейро-сетевых технологий к широкому спектру задач науки, бизнеса и социальной сферы с использованием специального программного обеспечения.

В результате изучения данного курса обучающиеся получают знания о методах построения беспроводных сенсорных сетей, практике их применения и перспективах развития. Студенты также получают теоретические и практические знания в области нейро-сетевого моделирования.

## II. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Сенсорные сети и нейрокоммуникации» относится к профессиональному блоку вариативной части (Дисциплины по выбору студента) учебного плана программы магистратуры 27.04.05. «Инноватика».

Изучение дисциплины базируется на знаниях и умениях, полученных обучающимися в процессе изучения гуманитарных, социальных и экономических дисциплин программы бакалавриата: «Математика», «Системный анализ и теория принятия решений», «Методы исследования в менеджменте», а также дисциплин программы магистратуры «Интеллектуальные методы анализа бизнес информации», «Системный анализ и принятие решений» и «Методы анализа данных» программы магистратуры.

Для успешного освоения дисциплины «Сенсорные сети и нейро-коммуникации», обучающийся должен обладать следующими знаниями и умениями:

**Знать:**

- фундаментальные положения математического анализа;
- теоретические основы системного анализа;
- основные проблемы современной философии и подходов к их решению;

**Уметь:**

- использовать междисциплинарные системные связи наук;
- анализировать и оценивать философские проблемы при решении социальных и профессиональных задач;
- применять математический инструментарий к решению социальных и профессиональных проблем.

**Владеть:**

- навыками углубленного анализа данных с использованием специального программного инструментария;
- навыками выбора наиболее актуальных направлений научных исследований, ставить задачи исследования и определять способы решения поставленных задач;
- самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в различных сферах деятельности.

Знания, навыки и умения, полученные при изучении дисциплины «Сенсорные сети и нейрокоммуникации» обеспечивают успешное освоение дисциплины «Математическое моделирование интеллектуальных систем», «Системный инжиниринг» и необходимы для прохождения преддипломной практики, осуществления научно-исследовательской работы и написания выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации). Изучается на 2 курсе (3 семестр).

**III. Требования к результатам освоения дисциплины**

В результате освоения дисциплины должны быть сформированы следующие компетенции:

**УК-1.** Способен формулировать научно обоснованные гипотезы, создавать теоретические модели явлений и процессов, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности.

**УК-2.** Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала

**УК-3.** Готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения

**ОПК-3.** Способностью решать профессиональные задачи на основе философии, математических методов и моделей для управления инновациями, компьютерных технологий в инновационной сфере.

**ОПК-4.** Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

**ПК-6.** Способность применять теории и методы теоретической и прикладной инноватики, систем и стратегий управления, управления качеством инновационных проектов, выбирать соответствующие методы решения экспериментальных и теоретических задач

**ПК-7.** Способность ставить задачи научного эксперимента (исследования), выбрать (или разработать) технологию его осуществления, оценить затраты и организовать его проведение

**ПК-8.** Способность выполнить анализ результатов научного эксперимента (исследования) с использованием соответствующих методов и инструментов обработки, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты в практической деятельности.

**ПК-10.** Способностью критически анализировать современные проблемы инноватики с учётом экономического, социального, экологического и технологического аспектов жизнедеятельности человека.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- архитектуру, свойства и алгоритмы обучения основных классов нейронных и нечетких нейронных сетей;
- методы оценки качества нейро-сетевых моделей.

**Уметь:**

- применять полученные теоретические знания к решению практических задач нейросетевого моделирования в экономических и финансовых приложениях;
- использовать специальное программное обеспечение для разработки нейросетевых моделей.

**Владеть:**

- принципами решения экономических задач экономического анализа, классификации, прогнозирования и управления с помощью нейронных сетей;
- навыками проектирования сенсорных сетей, методами оценки эффективности их функционирования.

**Иметь опыт:** построения беспроводных сенсорных сетей, практике их применения и перспективах развития.

**Форма обучения:** очная.

Успешно освоившим дисциплину считается студент, обладающий знанием математической теории и современных методов нечеткой логики, сенсорных и нейронных сетей, продемонстрировавший в ходе выполнения практических заданий навыки в использовании этих знаний.

#### IV. Формы контроля

Контроль за освоением дисциплины осуществляется в каждом дисциплинарном разделе отдельно.

*Рубежный контроль:* контрольная работа, тестирование по отдельным разделам дисциплины.

*Итоговая аттестация в 3 семестре – зачет.*

Результаты текущего контроля и итоговой аттестации формируют рейтинговую оценку работы обучающегося. Распределение баллов по отдельным видам работ в процессе освоения дисциплины «Сенсорные сети и нейрокоммуникации» осуществляется в соответствии с Приложением 1.

#### V. Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем курса – 72 часа, 2 зачетные единицы, в том числе 24 часов – аудиторная нагрузка, из которых 5 часов – лекции, 19 часов – семинары, 48 часов – самостоятельная работа студентов. Изучается на 2 курсе (3 семестр), итоговая форма отчетности – зачет.

Вид учебной работы	Всего часов
<b>Контактные занятия (всего)</b>	24
В том числе:	-

Лекции	5
Практические занятия (ПЗ)	19
Семинары (С)	
Лабораторные работы (ЛР)	-
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>48</b>
В том числе:	-
Домашние задания	12
Реферат	16
Подготовка к опросу	6
Подготовка к тестированию	4
Подготовка к контрольной работе	6
Вид промежуточной аттестации Зачет	4
Общая трудоемкость (часы)	72
Зачетные единицы	2

### VI. Структура и содержание дисциплины

п/п	Раздел	Содержание (темы)
1	Понятие нейронной и сенсорной сети, ее функционирование и обучение. Классификация нейронных сетей.	История исследования в области нейронных сетей. Биологический нейрон. Структура и функционирование искусственного нейрона. Постановка задачи обучения нейронной сети. Классификация нейронных сетей и их свойства. Эффективность нейронных сетей. Круг задач, решаемых с помощью нейронных сетей.
2	Основные классы сенсорных и нейронных сетей, их обучение и применение	Многослойная нейронная сеть. Обучение с учителем: алгоритм обратного распространения ошибки. Обучение без учителя: сигнальный метод Хебба и алгоритм Кохонена. Персептрон и его обучение. Нейронные сети встречного распространения. Сети Хопфилда и Хэмминга – пример нейронных сетей с обратными связями. Двухнаправленная ассоциативная память. Сети адаптивной резонансной теории. Решений задач классификации, распознавания образов, прогнозирования и управления с помощью указанных классов нейронных сетей.
3	Нечеткая информация и нечеткий вывод	Нечеткие множества и операции над ними. Нечеткие и лингвистические переменные. Нечеткие отношения. Нечеткий логический вывод.
4	Гибридные нейронные сети, их обучение и использование	Нечеткий нейрон. Архитектура нечеткой (гибридной) нейронной сети. Обучение гибридной нейронной сети. Решение задачи классификации с помощью гибридной нейронной сети.
5	Сенсорные сети	Беспроводные датчиковые сети. Датчики,

	передатчики. Гибкая архитектура. Методы снижения затрат. Эксплуатационные параметры сенсорных сетей сбора телеметрических данных и средства их дистанционной диагностики. «Датчиковая сеть» как распределенная, самоорганизующаяся, устойчивая к отказу отдельных узлов сеть. Датчики для контроля внешней среды, микровычислитель и радиоприёмпередатчик. Типовые задачи наблюдения и контроля. Территориально-распределённые самоорганизующиеся системы сбора, обработки и передачи информации.
--	---

## Разделы дисциплин и виды занятий (ак. часы)

п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	Семинар	СРС	Формы текущего контроля
1	Понятие нейронной и сенсорной сети, ее функционирование и обучение. Классификация нейронных сетей.	1	-	-	3	8	Задание Опрос
2	Основные классы сенсорных и нейронных сетей, их обучение и применение	1	-	-	4	10	Реферат Опрос
3	Нечеткая информация и нечеткий вывод	1	-	-	4	8	Задание Тест
4	Гибридные нейронные сети, их обучение и использование	1	-	-	4	8	КР
5	Сенсорные сети	1	-	-	4	10	Опрос КР
	Промежуточная аттестация (зачет)		-	-	-	4	
	<b>Итого</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>19</b>	<b>48</b>	

## Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин				
		1	2	3	4	5
1.	Математическое моделирование интеллектуальных систем	+	+	+	+	-
2.	Системный инжиниринг	-	+	-	-	+

## **VII. Образовательные технологии**

В процессе освоения дисциплины «Интеллектуальные методы анализа бизнес информации» используются следующие образовательные технологии:

### *1. Стандартные методы обучения:*

- лекции;
- семинары;
- письменные или устные домашние задания;
- консультации преподавателей;
- самостоятельная работа студентов, в которую входит освоение теоретического материала, подготовка к семинарам, выполнение указанных выше письменных работ.

### *2. Методы обучения с применением интерактивных форм образовательных технологий:*

- интерактивные лекции;
- анализ деловых ситуаций на основе кейс-метода и имитационных моделей;
- круглые столы;
- обсуждение подготовленных студентами рефераты;
- групповые дискуссии и проекты;
- обсуждение результатов работы студенческих исследовательских групп.

## **VIII. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **а) Основная литература:**

1. Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории [Текст] / А.И. Галушкин. – М.: РиС, 2015. – 496 с.
2. Мерритт, М. Безопасность беспроводных сенсорных сетей [Текст] / М. Мерритт. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 966 с.
3. Набатова, Д.С. Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры [Текст] / Д. С. Набатова. – М.: Юрайт, 2017. – 292 с.
4. Редько, В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики [Текст] / В.Г. Редько. – М.: Ленанд, 2015. – 224 с
5. Трофимова, Л.А. Методы принятия управленческих решений: учебник и практикум для академического бакалавриата [Текст] / Л.А. Трофимова, В.В. Трофимов. – М.: Юрайт, 2017. – 335 с.
6. Ширяев, В.И. Финансовые рынки: Нейронные сети, хаос и нелинейная динамика [Текст] / В.И. Ширяев. – М.: КД Либроком, 2016. – 232 с.

#### **б) Дополнительная литература:**

7. Барский, А.Б. Логические нейронные сети: Учебное пособие / А.Б. Барский. – М.: Бином, 2013. – 352 с.
8. Галочкин, В.Т. Эконометрика: учебник и практикум для прикладного бакалавриата [Текст] / В.Т. Галочкин. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 288 с.

9. Гепко И.А. Современные беспроводные сети: состояние и перспективы развития. – К.: ЕКМО, 2013. – 672 с.
10. Зарипова, Э.Р. Лекции по дискретной математике: Математическая логика: учебное пособие [Текст] / Э.Р. Зарипова, М.Г. Кокотчикова, Л.А. Севастьянов. – М.: РУДН, 2014. – 118 с.
11. Томас, Р. Количественные методы анализа в хозяйственной деятельности [Текст] / Р. Томас; Пер. с англ. – М.: Дело и сервис, 1999. – 432 с.
12. Яковлев, В.Б. Статистика. Расчеты в microsoft excel: учебное пособие для вузов [Текст] / В.Б. Яковлев. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2017. – 353 с.

### Перечень лицензионного программного обеспечения

MS Office, Loginom

### Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. ЭБС «Юрайт» [раздел «ВАША ПОДПИСКА: учебники и учебные пособия издательства «Юрайт»]: сайт. – URL: <https://www.biblio-online.ru/catalog/>
2. ЭБС издательства «Лань» [учебные, научные издания, первоисточники, художественные произведения различных издательств; журналы] : сайт. – URL: <http://e.lanbook.com>
3. <https://www.econ.msu.ru/elibrary> – электронная библиотека Экономического факультета МГУ
4. <http://nbgmu.ru/> – Научная библиотека МГУ имени М.В. Ломоносова
5. [http://num-anal.srcc.msu.ru/lib\\_na/libnal.htm](http://num-anal.srcc.msu.ru/lib_na/libnal.htm) – Библиотека численного анализа НИВЦ МГУ

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.exponenta.ru> – Образовательный портал о математике
2. <http://www.LbAi.ru> – Лабораторный практикум по нейронным сетям
3. <http://www.math.ru/> – Сайт, посвящённый Математике (и математикам)
4. <http://www.PermAi.ru> – Научная школа искусственного интеллекта
5. <https://iot.ru/wiki/vsepronikayushchie-sensornye-seti> – сайт интернет вещей
6. <https://tproger.ru/tag/neural-network/> – новости и статьи в сфере нейросетей
7. <https://vc.ru/tag/нейросети> – подборка статей по теме нейросети

### Рекомендуемые обучающие, справочно-информационные, контролирующие и прочие компьютерные программы, используемые при изучении дисциплины

№ п/п	Название рекомендуемых по разделам и темам программы технических и компьютерных средств обучения	Номера тем
2.	MS Excel	1-5
5.	Loginom	1-4

### Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе изучения курса обучающиеся обязаны соблюдать дисциплину, вовремя приходить на занятия, делать домашние задания, осуществлять подготовку к семинарам и контрольным работам, проявлять активность на занятиях.

При этом важное значение имеет самостоятельная работа, которая направлена на формирование у учащегося умений и навыков правильного оформления конспекта и работы с ним, работы с литературой и электронными источниками информации, её анализа, синтеза

и обобщения. Для проведения самостоятельной работы обучающимся предоставляется список учебно-методической литературы.

### **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения образовательного процесса необходима аудитория, оборудованная компьютерами и проектором, требуемыми для демонстрации презентаций и использования программного обеспечения для решения математических задач. Обязательное программное обеспечение – MS Office, Loginom.

## **IX. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **Темы курсовых работ**

Курсовая работа по дисциплине «Сенсорные сети и нейрокоммуникации» не предусмотрена.

### **Темы рефератов**

1. Применение нейронных сетей для решения задач Приближения функций.
2. Применение нейронных сетей для решения задач классификации и диагностики.
3. Применение нейронных сетей для решения задач таксономии.
4. Применение нейронных сетей для сжатия данных.
5. Применение нейронных сетей для решения задач оптимизации.
6. Применение нечетких нейронных сетей.
7. Понимание естественного языка.
8. Когнитивная графика.
9. Когнитивные карты.
10. Статические экспертные системы, основанные на байесовском подходе.
11. Статические экспертные системы, основанные на нечеткой логике.
12. Динамические экспертные системы.
13. Многоагентные системы.
14. Нейронные сети.
15. Алгоритмы эволюционного моделирования.
16. Системы, основанные на поиске прецедентов.
17. Информационно-поисковые системы.
18. Системы управления знаниями.
19. Извлечение знаний из текстов.
20. Методы представления знаний.
21. Системы индуктивного машинного обучения.
22. ИТ-среда коллективного решения задач.
23. Онтологический инжиниринг.
24. Semantic Web, знаниевые порталы.
25. Методы интеллектуального анализа данных.
26. Дедуктивные базы данных.
27. Обработка больших данных.
28. Теория о данных (Data science).

### **Вопросы для самостоятельной работы и контроля студентов**

1. Назовите несколько отличительных признаков в принципах действия современного компьютера, выполненного по схеме Фон Неймана, от мозга.
2. Сколько нейронов имеет человеческий мозг?
3. Сколько дендритов и сколько аксонов может иметь нейрон? Каково их назначение?
4. Сколько нервных волокон соединяющих нейроны между собой имеет человеческий мозг?
5. В каком виде хранится информация в человеческом мозге?

6. Объясните на языке электротехники значение термина «сила синаптической связи». В каких единицах она измеряется?
7. Какой объем памяти имеет человеческий мозг.
8. Сколько входов и сколько выходов может иметь математический нейрон Мак-Каллока – Питтса?
9. Напишите формулы, с помощью которых происходит преобразование сигналов в математическом нейроне Мак-Каллока – Питтса.
10. Нарисуйте графическое изображение активационной функции математического нейрона Мак-Каллока – Питтса.
11. Нарисуйте математические нейроны, реализующие логические функции «И», «ИЛИ», «НЕТ» и приведите соответствующие им значения сил синаптических связей и порогов.
12. Нарисуйте математический нейрон и напишите формулы, по которым он работает, с использованием понятия смещения вместо порога. Какой вид при этом имеет активационная функция нейрона?
13. Чем весовые коэффициенты отличаются от синаптических весов и от сил синаптических связей?
14. Чем нейронное смещение  $b$  отличается от порога чувствительности?
15. Чем отличается нейронная сеть от нейрокомпьютера?
16. Каким образом вырабатываются входные сигналы персептрона, классифицирующего числа на четные и нечетные?
17. Каким образом задаются первоначальные значения синаптических весов и как они затем корректируются?
18. В каком виде персептрон хранит знания, необходимые для распознавания цифр?
19. Какая теорема считается самой доказанной в мире теоремой?
20. Дайте формулировку теоремы сходимости персептрона.
21. Напишите формулы, по которым согласно алгоритму дельта-правила корректируются синаптические веса и нейронные смещения.
22. Что такое коэффициент скорости обучения, для чего он нужен и в каких пределах его обычно задают?
23. Чем отличается схема персептрона, предназначенного для классификации чисел на четные и нечетные, от схемы персептрона, распознающего буквы русского алфавита?
24. Какое количество выходных нейронов должен иметь персептрон, предназначенный для распознавания букв латинского алфавита?
25. Какое количество выходных нейронов должен иметь персептрон, предназначенный для распознавания не только букв, но и цифр?
26. Что понимается под свойством обобщения, которым обладает мозг человека и его модель – персептрон?
27. Как научить персептрон распознавать не только печатные, но и рукописные буквы?
28. Нарисуйте графическое изображение сигмоидной активационной функции и напишите ее математическую формулу.
29. Чем сигмоидная функция активации лучше (или хуже) функции-ступеньки?
30. Чем сигмоидная активационная функция отличается от логистической?
31. Напишите формулу для вычисления квадратичной ошибки персептрона. От каких величин она зависит?
32. Для чего нужен множитель  $\frac{1}{2}$  в формуле для квадратичной ошибки обучения персептрона? Что будет, если этот множитель не использовать?
33. В виде какой геометрической фигуры изображается квадратичная ошибка обучения персептрона?
34. Чем гиперпсевдопараболоид отличается от псевдопараболоида?
35. Что из себя представляет градиент функции? В какую сторону он направлен?
36. В чем суть метода градиентного спуска?

37. Попробуйте применить алгоритм метода градиентного спуска к задаче поиска точки минимума функции.
38. Напишите формулы итерационного процесса, соответствующего обобщенному дельта-правилу.
39. Можно ли применять алгоритм обычного (необобщенного) дельта-правила для обучения персептрона с сигмоидными активационными функциями?
40. Можно ли применять обобщенное дельта-правило для обучения персептрона со ступенчатыми активационными функциями?
41. Нарисуйте таблицы истинности логических функций «И», «ИЛИ», «Исключающее ИЛИ».
42. Нарисуйте персептрон, моделирующий функцию «Исключающее ИЛИ».
43. С помощью формул, описывающих работу математического нейрона, убедитесь, что нарисованный Вами персептрон действительно моделирует функцию «Исключающее ИЛИ».
44. Попробуйте изобразить другой персептрон (другой структуры) тоже способный моделировать логическую функцию «Исключающее ИЛИ».
45. Почему не удастся применять известные Вам алгоритмы обучения (правила Хебба, дельта-правило, обобщенное дельта-правило) для обучения персептронов, моделирующих функцию «Исключающее ИЛИ»?
46. Попробуйте придумать алгоритм обучения персептрона, содержащего один скрытый слой.
47. Объясните, в чем состоит идея алгоритма обратного распространения ошибки? Отражает ли название алгоритма его идею?
48. Какую роль в методе обратного распространения ошибки выполняет коэффициент скорости обучения ?.
49. Попробуйте запрограммировать алгоритм обратного распространения ошибки на каком-либо алгоритмическом языке.
50. Сколько алгоритмов обучения нейронных сетей Вам известно? Назовите их и охарактеризуйте их возможности.
51. Годится ли алгоритм обратного распространения ошибки для обучения персептрона со ступенчатыми активационными функциями?
52. Годятся ли правила Хебба для обучения персептрона с нейронами, имеющими сигмоидные функции активации?
53. Годится ли дельта-правило для обучения персептрона с нейронами, имеющими сигмоидные функции активации?
54. Назовите преимущества и недостатки алгоритма обратного распространения ошибки по сравнению со всеми изученными ранее методами обучения нейронных сетей.
55. Приведите примеры активационных функций, используемых в современных нейросетях. Постройте их графики. Укажите их области определений и области значений.
56. Какие алгоритмы обучения персептронов годятся для работы со ступенчатыми активационными функциями?
57. Какие алгоритмы обучения персептронов годятся для работы с сигмоидными активационными функциями?
58. Какие алгоритмы обучения персептронов годятся для работы с логарифмическими активационными функциями?
59. Какое преимущество дает использование сигмоидной активационной функции вместо функции-ступеньки?
60. Какое преимущество и какой недостаток дает использование логарифмической активационной функции вместо сигмоидной?
61. Подумайте над тем, какие преимущества и какие недостатки может дать использование радиально-базисных активационных функций.

62. Когда возник метод математического моделирования?
63. Приведите примеры применения метода математического моделирования.
64. Чем методика построения математических моделей на основе нейротехнологий отличается от традиционной?
65. Опишите, как бы Вы стали формировать примеры для обучения перцептрона ставить диагнозы заболеваний?
66. Сколько Ваш перцептрон должен иметь входов и выходов?
67. Почему нейросетевой врач может превзойти обычного врача по качеству постановки диагнозов заболеваний?
68. Откуда нейросетевой врач получает медицинские знания и в каком виде он их хранит в своей памяти?
69. Опишите, как бы Вы стали формировать примеры для обучения перцептрона ставить диагнозы неисправностей автомобильного двигателя.
70. Сколько Ваш перцептрон должен иметь входов и выходов?
71. Может ли нейросетевая диагностическая система превзойти традиционную диагностическую систему, основанную на явных знаниях (экспертную систему) по качеству постановки диагнозов? Объясните почему.
72. Откуда нейросетевая диагностическая система получает технические знания и в каком виде она их хранит в памяти?
73. Опишите принцип действия полиграфного аппарата, применяемого в настоящее время в органах МВД России. Чем можно объяснить его низкую надежность?
74. Сколько входов и сколько выходов должен иметь перцептрон, предназначенный для распознавания признаков лжи в ответах человека?
75. Подумайте над тем, как обучить нейросетевой полиграфный аппарат обнаруживать случаи, когда его пытаются обмануть.
76. В каком виде хранятся знания в полиграфном аппарате, применяемом в органах МВД России, и в каком виде они хранятся в нейросетевом детекторе лжи?
77. Какой принцип действия детектора лжи Вам представляется наиболее перспективным? Почему?
78. Опишите принцип действия перцептрона, управляющего персонажем компьютерной игры.
79. Благодаря какому свойству перцептрона, унаследованному им от мозга, перцептрон, управляющий компьютерным персонажем, адекватно реагирует на те ситуации, которые не встречались в примерах, на которых его обучали?
80. Невозврат кредитов, выдаваемых банками фирмам и частным лицам, не раз являлся причиной банкротства банков. Раз это так опасно, то почему банки продолжают выдавать кредиты фирмам и частным лицам? Смогли бы они обойтись без этого вида деятельности?
81. Кто и на каком основании принимает решение о выдаче или отказе в выдаче кредита частным лицам и фирмам?
82. Объясните принцип действия перцептрона, способного распознавать потенциально ненадежных клиентов банка?
83. Чем объяснить, что английские банкиры успешно применяют нейросети для выявления потенциально ненадежных клиентов, а в России это не получается?
84. Поясните суть метода скользящих окон.
85. Перечислите, какие факторы могут оказывать влияние на курсы валют. Каким образом их можно учитывать при нейросетевом прогнозировании?
86. Какая информация использовалась для создания обучающего множества примеров при построении программы, прогнозирующей результаты президентских выборов в России?
87. Попробуйте создать программу, прогнозирующую результаты президентских выборов, используя в качестве обучающих примеров отечественный опыт.

88. Перечислите положительные и отрицательные свойства, которые перцептрон наследовал от своего прототипа – человеческого мозга.
89. Какие знания называются невербальными?
90. Вспомните, каким образом вербализуются выводы, получаемые с помощью экспертных систем.
91. Подумайте над тем, как можно вербализовать нейросетевые знания.
92. В чем состоит задача оптимизации моделируемого объекта или процесса, и как она решается с помощью нейросетевых технологий? Приведите примеры.
93. В чем состоит задача прогнозирования моделируемого объекта, явления, процесса, и как она решается с помощью нейросетевых технологий? Приведите примеры.
94. В чем состоит задача управления моделируемым объектом, процессом, и как она решается с помощью нейросетевых технологий? Приведите примеры.
95. В чем состоит задача распознавания (классификации) образов, и как она решается с помощью нейросетевых технологий? Приведите примеры.
96. Чем отличается искусственная нейронная сеть от нейрокомпьютера?
97. В чем состоит процесс проектирования перцептронов?
98. Как задается число входов перцептрона?
99. Как задается число выходов перцептрона?
100. Как задается число нейронов в скрытых слоях перцептрона?
101. От каких параметров задачи зависит оптимальное количество нейронов скрытых слоев перцептрона?
102. Как задается вид активационных функций нейронов?
103. Чем отличается погрешность обучения от погрешности обобщения?
104. Нарисуйте примерные графики зависимости обеих погрешностей от количества нейронов скрытых слоев перцептрона. Чем объяснить, что при чрезмерном увеличении количества нейронов скрытых слоев перцептрона его погрешность обобщения растет?
105. К какому нежелательному последствию может привести чрезмерное уменьшение количества нейронов в скрытых слоях перцептрона?
106. К какому нежелательному последствию может привести чрезмерное увеличение нейронов в скрытых слоях перцептрона?
107. Как на практике подбирается количество нейронов скрытых слоев перцептрона?
108. Дайте определение градиента функции. Куда он направлен?
109. Что такое линии уровня (изолинии) функции? Приведите пример из географии.
110. Как направлен градиент функции по отношению к линиям уровня функции?
111. Почему метод градиентного спуска плохо работает в случаях, когда поверхность, изображающая целевую функцию, имеет овраги?
112. Опишите приемы, направленные на преодоление проблемы оврагов.
113. В чем состоит идея метода упругого обратного распространения? Дайте его геометрическую интерпретацию.
114. В чем состоит суть естественного отбора?
115. Что такое ген и что такое мутация?
116. Что принимается в качестве функции фитнеса при оптимизации весовых коэффициентов перцептрона? Как формируются хромосомы и что принимается в качестве особей?
117. Почему проектирование и обучение нейронных сетей иногда называют искусством, а не наукой?
118. Опишите два способа выявления незначимых входных параметров.
119. Назовите причины появления посторонних выбросов в статистической информации (в множествах обучающих примеров)?
120. Каким образом можно обнаружить посторонние выбросы с помощью нейронной сети?
121. Что такое «паралич сети»?

122.С помощью каких формул можно масштабировать входные и выходные сигналы персептрона?

### Пример теста для контроля знаний обучающихся

**Задание 1** Какие функции выполняет входной слой многослойного персептрона?

1. Транслирует сигнал на выходной слой многослойного персептрона.
2. Удаляет «шум» из сигнала.
3. Передает входной вектор сигналов на первый скрытый слой.
4. Вычисляет производную для алгоритма обратного распространения ошибки.

**Задание 2.** Аксон – это выходной или входной отросток нейрона?

1. Входной.
2. Выходной.

**Задание 3.** Что идет сначала – мутация или кроссовер? (в генетических алгоритмах).

1. Мутация.
2. Кроссовер.
3. Операции кроссовер в генетических алгоритмах не существует.
4. Без разницы.

**Задание 4.** Нейрон  $j$  получил на вход сигнал от четырех других нейронов уровни возбуждения, значения которых равны 10, -20, 5, 4 и соответствующие веса связей равны 0.8, 0.5, 0.7 и -0.5 соответственно. Вычислите сигнал на выходе  $j$ -го нейрона в случае если функция активации нейронов есть гиперболический тангенс (0,5). Выберите правильный ответ:

1. -
2. 0.2449
3. 0.3145
4. 0.5
5. -0.5

**Задание 5.** Что обычно длиннее – аксон или дендрит?

1. Аксон.
2. Дендрит.

**Задание 6.** Можно ли применять функцию активации типа «ступенька» при методе обучения обратного распространения ошибки?

1. Да.
2. Нет.

**Задание 7.** Какая из нижеперечисленных нейронных сетей есть сеть с обратными связями?

1. Сеть Кохонена.
2. Сеть Хемминга.
3. Выходная звезда Гроссберга.
4. Радиально – базисная сеть.

**Задание 8.** Нейрон  $j$  получил на вход сигнал от четырех других нейронов уровни возбуждения, значения которых равны 10, -20, 5, 4 и соответствующие веса связей равны 0.8, 0.5, 0.7 и -0.5 соответственно. Вычислите сигнал на выходе  $j$ -го нейрона в случае если функция активации нейронов есть логистическая сигмоида (0,5). Выберите правильный ответ:

1. -4

2. 0.25
3. -3.52
4. 1.7

**Задание 9.** Можно ли на входы сети Кохонена подать буквы?

1. Да.
2. Нет.
3. Можно, но предварительно закодировать их числами.

**Задание 10.** Чему равно расстояние Хэмминга между словами «Таня» и «Катя»?

1. 0
2. 1
3. 2
4. 3
5. 4

**Задание 11.** Дана сеть встречного распространения, у которой в слое Кохонена находится 6 нейронов, а в слое Гроссберга 8 нейронов. На сколько классов можно разбить входные примеры с помощью данной сети, если слой Кохонена работает в режиме аккредитации?

1. 6
2. 8
3.  $6^8$

**Задание 12.** Работает ли сеть Хопфилда с сигналами равными +1 и -1?

1. Да.
2. Нет.

**Задание 13.** Увеличение обучающего подмножества приводит к улучшению качества сети?

1. Да.
2. Нет.
3. Иногда Да, иногда Нет.

**Задание 14.** Искусственные нейронные сети (ИНС) — модели машинного обучения, использующие комбинации распределенных простых операций, зависящих от обучаемых параметров, для обработки входных данных. Какого вида ИНС не существует?

1. Импульсные.
2. Рекуррентные.
3. Наивные.
4. Противоборствующие.

**Задание 15.** У машинного обучения есть ряд задач. Как называется та, что направлена на предсказание значения той или иной непрерывной числовой величины для входных данных?

1. Регрессия.
2. Кластеризация.
3. Переобучение.
4. Классификация.

### Вопросы к зачету

1. Биологический нейрон.
2. Структура и функционирование искусственного нейрона.
3. Постановка задачи обучения нейронной сети.
4. Классификация нейронных сетей и их свойства.

5. Эффективность нейронных сетей.
6. Многослойная нейронная сеть.
7. Обучение с учителем: алгоритм обратного распространения ошибки.
8. Обучение без учителя: сигнальный метод Хебба и алгоритм Кохонена.
9. Персептрон и его обучение.
10. Нейронные сети встречного распространения.
11. Сети Хопфилда и Хэмминга – пример нейронных сетей с обратными связями.
12. Двухнаправленная ассоциативная память.
13. Сети адаптивной резонансной теории.
14. Решений задач классификации, распознавания образов, прогнозирования и управления с помощью указанных классов нейронных сетей.
15. Решений задач классификации с помощью классов нейронных сетей.
16. Решений задач распознавания образов помощью нейронных сетей.
17. Решений задач прогнозирования с помощью нейронных сетей.
18. Решений задач управления с помощью нейронных сетей.
19. Нечеткие множества и операции над ними.
20. Нечеткие и лингвистические переменные.
21. Нечеткие отношения.
22. Нечеткий логический вывод.
23. Нечеткий нейрон.
24. Архитектура нечеткой (гибридной) нейронной сети.
25. Обучение гибридной нейронной сети.
26. Решение задачи классификации с помощью гибридной нейронной сети.

Зачёт проходит в форме контрольного задания, состоящего из 1 вопроса 2 задач.

### Примерные задач к зачету

1. Спроектировать нейронную сеть, реализующую аппроксимацию функции  $F(x, y) = (x-1)^2 + 2(1-y)^2$
2. Спроектировать нейронную сеть, реализующую прогноз по 5 значениям сигнала следующего значения этого сигнала. Сигнал описывается соотношением  $x(t) = \sin(4\pi t)$
3. Спроектировать нейронную сеть со слоем Кохонена, реализующую автоматическое выявление центров кластеров (двумерный случай)
4. Создать персептрон, решающий задачу классификации векторов двумерного пространства по двум классам
5. Создать нейронную сеть встречного распространения, решающую задачу факторного анализа (выявление показателей, влияющих на прибыль предприятия)
6. Спроектировать нейронную сеть, реализующую оценку стоимости квартир.

### Примеры контрольной работы

#### В1

**Задание 1.** Спроектировать нейронную сеть, реализующую аппроксимацию функции.

**Задание 2.** Спроектировать нейронную сеть, реализующую прогноз по 5 значениям сигнала следующего значения этого сигнала.

#### В2

**Задание 1.** Спроектировать нейронную сеть со слоем Кохонена, реализующую автоматическое выявление центров кластеров (двумерный случай).

**Задание 2.** Создать персептрон, решающий задачу классификации векторов двумерного пространства по двум классам.

**В3**

**Задание 1.** Создать нейронную сеть встречного распространения, решающую задачу факторного анализа (выявление показателей, влияющих на прибыль предприятия).

**Задание 2.** Спроектировать нейронную сеть, реализующую оценку стоимости квартир.

**Примеры домашнего задания****Разработать:**

1. Интеллектуальная система диагностики сложных технических устройств.
2. Интеллектуальная система распознавания криминальных ситуаций по данным видеонаблюдений.
3. Интеллектуальная система оценки жилой недвижимости.
4. Интеллектуальная система оценки стоимости подержанных автомобилей.
5. Интеллектуальная система прогнозирования курсов валют, котировок акций и ценных бумаг (с учетом влияния большого количества факторов).
6. Интеллектуальная система оценки банковских рисков.
7. Интеллектуальная система оценки кредитоспособности физических лиц.
8. Интеллектуальная система выявления клиентов-мошенников страховых компаний.
9. Интеллектуальная система оценки вероятности банкротств организаций.
10. Интеллектуальная система прогнозирования расхода зданиями тепловой и электрической энергии.
11. Интеллектуальная система прогнозирования индексов потребительских цен.
12. Интеллектуальная система прогнозирования результатов голосований.
13. Интеллектуальная система прогнозирования результатов выборов в Законодательное собрание области, края.
14. Интеллектуальная система-советчик выбора профессии.
15. Интеллектуальная система поддержки принятия решений руководителя фирмы.
16. Интеллектуальная система формирования коэффициентов исхода спортивных матчей (прогнозирование букмекерских коэффициентов).
17. Интеллектуальная система прогнозирования результатов автомобильных гонок, скачек и пр.
18. Интеллектуальная система прогнозирования вероятности дорожно-транспортных происшествий.
19. Интеллектуальная система оптимального распределения бюджета бизнес-структур.
20. Интеллектуальная система подбора кадров для коммерческой структуры.

**СИСТЕМА РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ**

№ п/п	СТРУКТУРА	Баллы по каждому модулю
1.	Оценка за активное участие в учебном процессе и посещение занятий: <div style="text-align: right; padding-right: 20px;">           Всех занятий            Не менее 75%            Не менее 50%            Не менее 25%         </div> Итого:	5 4 3 2 до 5
2.	устный опрос в форме собеседования (УО-1) письменный опрос в виде теста (ПР-1) письменная контрольная работа (ПР-2) письменная работа в форме реферата (ПР-4) Итого:	15 10 10 10 45
3.	Зачёт	50
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>100</b>

**Пересчет на 5 балльную систему**

<b>2</b> <b>(неудовлетворительно)</b>	<b>3</b> <b>(удовлетворительно)</b>	<b>4</b> <b>(хорошо)</b>	<b>5</b> <b>(отлично)</b>
<b>&lt; 50</b>	<b>50-64</b>	<b>65-84</b>	<b>85-100</b>

**Язык преподавания:** русский.

**Автор (авторы) программы:** Косоруков Олег Анатольевич, д.т.н., профессор, профессор Высшей школы управления и инноваций МГУ имени М.В. Ломоносова.

**Преподаватель (преподаватели) программы:** Косоруков Олег Анатольевич, д.т.н., профессор, профессор Высшей школы управления и инноваций МГУ имени М.В. Ломоносова.