Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ национальный исследовательский ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ**

**Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Факультет компьютерных наук и информационных технологий

|  |  |
| --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО  заведующий кафедрой ТОКБиК  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  «31» августа 2021 г. | УТВЕРЖДАЮ  председатель НМК факультета КНиИТ  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  «31» августа 2021 г. |

**Фонд оценочных средств**

Текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

**Нейронные сети**

Специальность

10.05.01 – Компьютерная безопасность

Специализация

Математические методы защиты информации

Квалификация выпускника

Специалист по защите информации

Форма обучения

Очная

Саратов,

2021

***Результаты обучения по дисциплине***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код и наименование компетенции** | **Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции** | **Результаты обучения** |
| ПК-1. Способен применять методы научных исследований в профессиональной деятельности, в том числе в работе над междисциплинарными и инновационными проектами. | ПК-1.1. Владеет методами построения научной работы, современными методами сбора и анализа полученного материала, способами аргументации; навыками научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языках.  ПК-1.2. Умеет решать научные задачи в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой. | Знать термины и определения предметной области, средства и сервисы для визуализации и публикации результатов (Сервис Google Colab, библиотека matplotlib, язык разметки и подготовки публикаций LaTeX  Уметь создавать презентации, создавать интерактивные мультимедийные презентации с результатами своих работ  Владеть языком программирования Python, средством создания интерактивных блокнотов Jupyter Notebook, умеет размещать документы на сервисах Google Disk, Google Docs, Google Colab |
| ПК-2. Способен к самостоятельному построению алгоритмов, проведению их анализа и реализации в современных программных комплексах. | ПК-2.1. Знает современные методы разработки, реализации, анализа и оптимизации алгоритмов.  ПК-2.2. Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы в современных программных комплексах.  ПК-2.3. Владеет навыками разработки, анализа и реализации алгоритмов. | Знать языки программирования, среды разработки, пакеты прикладных программ и сетевые сервисы для создания решений интеллектуального анализа данных (Wolfram Language, Wolfram Cloud, C#, .NET, Python, NumPy, SciPy, Pandas, Jupyter Notebooks, Google Colab, Tensorflow, PyTorch)  Уметь применять в профессиональной деятельности языки программирования, пакеты прикладных программ, сетевые сервисы, платформы машинного обучения для создания решений интеллектуального анализа данных (Wolfram Language, Wolfram Cloud, C#, .NET, Python, NumPy, SciPy, Pandas, Jupyter Notebooks, Google Colab, Tensorflow, PyTorch)  Владеть Владеет навыками работы в средах разработки прикладных программных средств, навыками использования библиотек функций, платформ машинного обучения для создания моделей интеллектуальной обработки данных (Wolfram Language, Wolfram Cloud, C#, .NET, Python, NumPy, SciPy, Pandas, Jupyter Notebooks, Google Colab, Tensorflow, PyTorch) |
| ПК-3. Способен учитывать современные тенденции развития информатики и вычислительной техники, компьютерных технологий в своей профессиональной деятельности, работать с программными средствами общего и специального назначения. | ПК-3.1. Знает основные методы и подходы информатики и вычислительной техники, компьютерных технологий  ПК-3.2. Умеет применять современные методы информатики и вычислительной техники, компьютерных технологий в своей профессиональной деятельности  ПК-3.3. Владеет навыками использования современных методов информатики и вычислительной техники, компьютерных технологий в своей профессиональной деятельности, работы с программными средствами общего и специального назначения | Знать терминологию предметной области нейроинформатики, методы и средства создания моделей машинного обучения для постановки эксперимента, владеет навыками тестирования и оценки результатов обучение моделей машинного обучения  (Google Tensorboard, Jupyter Notebooks, Google Colab, метрики Accuracy, Precision, F1-Score, ROC-AUC)  Уметь создавать маршруты преобразования исходных данных для подготовки к проведению эксперимента, умеет конструировать модели машинного обучения на базе методов, алгоритмов и стандартных блоков вычислений для постановки эксперимента и оценки его результата (Frameworks: Numpy, SciPy, Pandas, Tensorflow, Pythorch, Keras, Tensorboard;  Layers: Embedding, Dense, Conv1D, Conv2D, LSTM, Merging, Attention, Regularization)  Владеть навыками создания проектов обработки данных и постановки экспериментов с использованием современных средств построения вычислений для машинного обучения (Frameworks: Numpy, SciPy, Pandas, Tensorflow,Pythorch, Keras, Tensorboard;  Layers: Embedding, Dense, Conv1D, Conv2D, LSTM, Merging, Attention, Regularization) |

***Показатели оценивания результатов обучения***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Семестр | Шкала оценивания | | | |
| 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9 | Плохо знает базовые определения, методы и алгоритмы нейроинформатики. | Знает базовые формулировки и определения нейроинформатики. Слабо знает основные алгоритмы и модели нейронных сетей. Отсутствуют навыки применения нейросетевых моделей для решения прикладных задач. | Вполне владеет определениями, теоремами нейроинформатики. Умеет применять методы дисциплины на практике для решения прикладных задач. Допускает неточности при определении методов и средств нейросетевых моделей в прикладных задачах. | Хорошо знает, определения, теоремы с доказательствами. Отлично владеет методами и алгоритмами дисциплины и умеет применять их для решения прикладных задач. |

***Оценочные средства***

**1 Задания для текущего контроля**

*Если есть часы на «практическую подготовку», то должна быть отражена информация из программы, раздел 5, абзац 2 (например, если там будет написано про «кейс-задания», то где-то эти фразы должны встретиться здесь).*

*Например, можно в разделе тех заданий, в рамках которых по учебному плану запланирована практическая подготовка, (практических/лабораторных занятий) написать «Примеры типовых заданий, включая кейс-задания:» Не понял, – достаточно ли фразы «*Примеры типовых кейс-заданий»  *в разделе «Задания для лабораторных занятий»? Или что то еще надо дописать?*

## *Задания для самостоятельной работы*

*Практическая подготовка относится к лабораторным занятиям, а не к самостоятельной работе, удалить про неё отсюда.*

Самостоятельная работа студентов заключается в углубленном изучении материала курса по соответствующей тематике недели с использованием научной и учебно-методической литературы.

## Задания для лабораторных занятий

*Практическая подготовка относится к лабораторным занятиям, добавить информацию сюда.*

Каждому из обучающихся предоставляется возможность выбрать задачу и построить прикладную модель в терминах нейроинформатики средствами Python с использованием одной из платформ машинного обучения: Tensorflow, Pytorch.

Примеры типовых кейс-заданий:

***Задание 1.***

Дана функция *y*(*x*)=0,4sin(0,3*x*)+0,5. Размер окна *p*=4, размерность обучающей выборки *L*=20. Ошибка определяется формулой *e*(*n*)=*x*(*n*), где *n* – номер образа обучающей выборки. Нужно создать и обучить линейную ассоциативную ИНС для прогнозирования временного ряда, заданного функцией *y*. E=Sum(e(n)).

*Цель.* Научиться создавать ассоциативные сети с заданными параметрами для решения поставленной задачи.

*Методические рекомендации.* На языке программирования Python, с использованием Jupyter Notebook создать программу, реализующую нейронную сеть решающую поставленную задачу.

*Критерии оценивания.* Результат работы нейросети по обучающей выборке из двадцати элементов не должен отклоняться по совокупной ошибке E более чем на 0.01. Результат с исходным кодом программы опубликован на одном из сервисов облачного хранения: Google Colab, Google Disk, Yandex Disk.

***Задание 2.***

Десятичные цифры 0-9 изображаются бинарной матрицей размерности 8x8. Создать многослойную ИНС, обучаемую методом обратного распространения ошибки, решающую задачу распознавания цифр в условиях помех. В качестве алгоритма оптимизации использовать алгоритм скорейшего спуска.

*Цель.* Научиться создавать многослойные нейронные сети с заранее определенными параметрами для решения поставленной задачи.

*Методические рекомендации.* На языке программирования Python, с использованием библиотек NumPy, Autograd программу, реализующую нейронную сеть с заданными параметрами для решения поставленной задачи.

*Критерии оценивания.* Результат работы нейросети по обучающей выборке из двадцати элементов не должен отклоняться по совокупной ошибке E более чем на 0.01.

***Задание 3.***

Решить задачу №2 для набора прописных символов английского алфавита с использованием Tensorflow или PyTorch.

*Цель.* Научиться создавать многослойные нейронные сети с заранее определенными параметрами для решения поставленной задачи.

*Методические рекомендации.* На языке программирования высокого уровня создать программу, реализующую нейронную сеть с заданными параметрами для решения поставленной задачи.

*Критерии оценивания.* Результат работы нейросети по обучающей выборке из сорока элементов не должен отклоняться по совокупной ошибке E более чем на 0.1

***Задание 4.***

Решить задачу №2, используя для этого, в качестве алгоритма оптимизации любой из алгоритмов второго порядка.

*Цель.* Научиться создавать многослойные нейронные сети с заранее определенными параметрами для решения поставленной задачи.

*Методические рекомендации.* На языке программирования высокого уровня создать программу, реализующую нейронную сеть с заданными параметрами для решения поставленной задачи.

*Критерии оценивания.* Результат работы нейросети по обучающей выборке из сорока элементов не должен отклоняться по совокупной ошибке E более чем на 0.1

***Задание 5.***

Построить нейронную сеть, реализующую алгоритм дискретного преобразования Фурье для вектора из 256 элементов.

*Цель.* Научиться создавать многослойные нейронные сети с заранее определенными параметрами для решения поставленной задачи.

*Методические рекомендации.* На языке программирования Python уровня создать программу, реализующую нейронную сеть с заданными параметрами для решения поставленной задачи. Допустимо использовать программные библиотеки Tensorflow, Pythorch, NumPy, SciPy.

*Критерии оценивания.* Результат работы нейросети должен совпадать с соответствующим результатом вычисления значений ряда Фурье, вычисленным по классической формуле.

***Задание 6.***

Решить задачу распознавания цифр 0-9 (задача №2), используя для этого ассоциативную нейронную сеть Хопфилда.

*Цель.* Научиться создавать ассоциативные сети с заданными параметрами для решения поставленной задачи.

*Методические рекомендации.* На языке программирования высокого уровня создать программу, реализующую нейронную сеть решающую поставленную задачу.

*Критерии оценивания.* Результат работы нейросети по обучающей выборке из двадцати элементов не должен отклоняться по совокупной ошибке E более чем на 0.01.

*Уточнить недели согласно рабочей программе. все так как в РП*

На лабораторных занятиях студенты занимаются построением и тестированием искусственных нейронных сетей.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  занятия | Тема | Задания для лабораторного практикума |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Введение в нейронные сети | №1 |
| 2 | Основные теоремы нейроинформатики | №2 |
| 3–4 | Основные понятия теории нейронных сетей |
| 5–6 | Постановка и пути решения задачи обучения нейронных сетей | №3 |
| 7–8 | Стандартные архитектуры нейронных сетей |
| 9–10 | Градиентные методы обучения нейронных сетей |
| 11–12 | Обучение без учителя | №4 |
| 13–14 | Ассоциативные запоминающие нейронные сети | №5 |
| 15 | Методы глобальной оптимизации |
| 16–18 | Нейро-нечеткие системы |

Примеры типовых заданий:

### *Задание 1.*

Создать нейронную сеть из одного нейрона для решения задачи разделения векторов на два класса. Исследовать работу данной сети.

Условия задачи разделения двух классов:

* область определения входных векторов [-10, 10]^2;
* количество векторов в обучающей выборке должно быть больше 100.

### *Задание 2.*

Доказать леммы 2-3 в теореме Колмогорова о представимости непрерывных функций многих переменных.

### *Задание 3.*

Создать многослойный персептрон для решения задачи распознавания арабских цифр от 0 до 9.

Условия задачи распознавания:

* размерность изображения на входе нейросети: 10x10;
* размерность выхода сети: 10 нейронов.

### *Задание 4.*

Создать сеть Кохонена для решения задачи кластеризации данных. Визуализировать процесс обучения путем изображения значений весов связей на плоскости (размерность вектора весов связей в данной задаче равна двум). Обучить нейронную сеть Кохонена для заданного преподавателем файла данных. Проверить результат, сравнив результат работы сети с тестовым набором данных.

Условия задачи кластеризации данных:

* размерность входного вектора нейросети: 2;
* количество нейронов в сети: 10;

### *Задание 5.*

Создать нейронную сеть Хопфилда для решения задачи восстановления зашумленного образа.

Условия задачи восстановления образа:

* Веса связей НС Хопфилда вычисляются на основе обучающей выборки из десяти символов цифр, заданных бинарной матрицей размерности 10х10.
* Зашумление образа производится случайным изменением нескольких элементов входного образа путем замены значения на противоположное.

*Цель.* Закрепить знания, полученные на лекционных занятиях.

*Методические рекомендации.* В процессе выполнения заданий студент может пользоваться учебными и информационными материалами, указанными в п.8 рабочей программы данной дисциплины.

*Критерии оценивания.* Для получения зачета по заданию должны быть построены математические и программные модели нейросетевых систем, продемонстрирована их корректность на примерах.

## Задания для контрольной работы

Контрольная работа выполняется обучающимися на 17-й неделе обучения в виде письменной работы на 60 минут.

*Вариант 1.*

Задача. Найти наилучшее линейное приближение функции *r*, заданной обучающей выборкой . Для этого требуется найти линейную функцию , ближайшую к *r*.

Функцию ошибки можно определить как сумму квадратов разностей:

.

Решение. Эту функцию необходимо минимизировать, для чего найдём производные по изменяемым параметрам:



Приравнивая эти производные нулю и вводя в рассмотрение (*n*+1)-мерные вектора *xi*, в которых все элементы те же, а , мы можем записать



Введем обозначения  В этих обозначениях формула примет вид .

Подставив это значение в (6.2) и приравнивая к нулю, мы получим систему:  или, в более короткой форме 

*Вариант 2.*

Задача. Найти наилучшее линейное приближение функции *r*, заданной обучающей выборкой . Для этого требуется найти линейную функцию , ближайшую к *r*.

Функцию ошибки можно определить как сумму квадратов разностей:

.

*Методические рекомендации.* При решении задачи студент может пользоваться методами линейной алгебры для построения системы линейных уравнений. Решение системы линейных уравнений для получения конечного результата не требуется.

*Критерии оценивания.* Задание считается решенным, если студентом представлен ответ в виде системы линейных уравнений, к которым применим один из методов решения из линейной алгебры.

**Контрольные вопросы**

1. Что такое стандартный формальный нейрон?
2. Геометрическая интерпретация работы формального нейрона.
3. Функция активации и её свойства: линейная, линейная ограниченная.
4. Функция активации и её свойства: пороговая бинарная, пороговая биполярная.
5. Функция активации и её свойства: модифицированная пороговая.
6. Функция активации и её свойства: сигмоидальная (функция Ферми), биполярная сигмоида.
7. Функция активации и её свойства: рациональная сигмоида.
8. Функция активации и её свойства: гиперболический тангенс.
9. Функция активации и её свойства: радиально-базисная.
10. Формула функционирования j-го нейрона в ИНС.
11. Напишите формулу функционирования ИНС из двух нейронов с биполярной функцией активации.
12. Что такое дискриминантная линия?
13. Формулировка теоремы Колмогорова о представимости непрерывных функций.
14. Обобщение теоремы Колмогорова для ИНС.
15. Формулировка обобщенной теоремы Стоуна-Вейрштрасса (теоремы Горбаня).
16. Определение ИНС.
17. Модель функционирования ИНС.
18. Следствие из обобщенной теоремы Стоуна-Вейрштрасса.
19. Операторная форма записи функционирования ИНС.
20. Определение входных и выходных нейронов.
21. Леммы о замкнутости класса функций, вычислимых с помощью нейронных сетей.
22. Теорема о множестве функций, вычислимых нейронными сетями с заданной нелинейной непрерывной функцией активации.
23. Определение соединения двух формальных нейронов.
24. Может ли в ИНС быть связь двух аксонов с одним синапсом?
25. Определение соединения двух ИНС.
26. Определение многослойной ИНС.
27. Прямое произведение нескольких ИНС.
28. Классификация нейронных сетей. Примеры.
29. В чем достоинства и недостатки многослойной ИНС?
30. Определение обучающей выборки.
31. Определение функции ошибки ИНС (целевой функции). Примеры.
32. Формулировка частичной задачи обучения ИНС.
33. Виды стратегий обучения ИНС.
34. Что изменяется и что минимизируется при обучении ИНС?
35. Классификация алгоритмов обучения ИНС.
36. Сеть из одного нейрона: решение задачи линейной регрессии однонейронной сетью.
37. Сеть из одного нейрона: задача линейного разделения двух классов.
38. Напишите обобщенную формулу итерации оптимизации ИНС.
39. Сколько слоев в персептроне Розенблатта?
40. Алгоритм обучения персептрона Розенблатта.
41. Правило обучения Хебба.
42. Матричная формулировка правила обучения Хебба.
43. Различия в процедурах обучения Розенблатта и Хебба.
44. Геометрическая интерпретация обучения методом Розенблатта.
45. Что такое адаптивный шаг обучения?
46. Линейная ИНС. Анализ многослойной линейной ИНС.
47. Можно ли методом обратного распространения ошибки обучать ИНС с не дифференцируемой функцией активации нейронов?
48. Недостатки алгоритма обратного распространения ошибки.
49. Градиентные алгоритмы обучения ИНС: обобщенный алгоритм нелинейной оптимизации.
50. Градиентные алгоритмы обучения ИНС: метод наискорейшего спуска.
51. Градиентные алгоритмы обучения ИНС: метод тяжелого шарика.
52. Градиентные алгоритмы обучения ИНС: метод сопряженных градиентов.
53. Эвристические алгоритмы обучения ИНС: алгоритм RProp.
54. Эвристические алгоритмы обучения ИНС: алгоритм QuiqProp.
55. Эвристические алгоритмы обучения ИНС: алгоритм Delta-Delta.
56. Градиентные алгоритмы обучения ИНС: алгоритм сопряженных направлений.
57. Градиентные алгоритмы обучения ИНС: алгоритм BFGS.
58. Градиентные алгоритмы обучения ИНС: алгоритм Левенберга-Марквардта.
59. Рекуррентные ИНС.
60. Обучение рекуррентных ИНС.
61. Назовите порядок сложности градиентных алгоритмов обучения второго порядка.
62. В чем принципиальные отличия радиальной ИНС от ИНС с сигмоидальной функцией активации нейронов?
63. Принцип конкурентного обучения.
64. Нейроны Гроссберга.
65. Обучение нейронов Гроссберга.
66. Конкурентное обучение с одним или несколькими победителями.
67. Самоорганизующаяся карта Кохонена (ИНС Кохонена).
68. Сколько слоев нейронов ИНС Кохонена?
69. ИНС встречного распространения: архитектура.
70. ИНС встречного распространения: обучение.
71. Гибридные нейронные сети.
72. ИНС Хопфилда: архитектура.
73. Назовите условия для матрицы связей ИНС Хопфилда, чтобы она была диссипативной.
74. Что такое аттрактор системы?
75. ИНС Хопфилда: формула энергии нейрона, формула изменения энергии нейрона.
76. ИНС Хопфилда: функция энергии ИНС Хопфилда, её свойства.
77. Назовите основные требования на матрицу весов связей в ИНС Хопфилда. Чем эти требования продиктованы?
78. Обучение ИНС Хопфилда для задачи ассоциативной памяти.
79. ИНС Хопфилда: оценка допустимого объема ассоциативной памяти при реализации сетью Хопфилда.
80. Построить ИНС Хопфилда для хранения вектора (1, 1, 1, -1).
81. Дает ли ИНС Хопфилда точный ответ при её использовании в решении задач дискретной оптимизации?
82. Вероятностная динамика в ИНС Хопфилда (машина Больцмана).
83. Модификации правила обучения Хебба для ИНС Хопфилда.
84. Двунаправленная ассоциативная сеть Коско.
85. В чем принципиальное отличие эволюционных методов обучения ИНС от градиентных?
86. Как определяется расстояние между нейронами при обучении методом имитации отжига металлов?
87. Определение нечеткого множества, нечеткого числа, примеры функций принадлежности.
88. Определения операций над нечеткими множествами, примеры формализации понятий естественного языка в терминах нечеткой логики.
89. Нечеткие числа, операции над ними.
90. Определение нечеткой и лингвистической переменной, примеры.
91. Нечеткая импликация, примеры способов задания нечеткой импликации.
92. Что такое нечеткий вывод?
93. Назовите этапы вычисления нечеткого вывода.
94. Что такое нейронечеткая система?
95. Опишите способы задания нечеткого вывода нейронными сетями.

## Студенту задается три вопроса.Каждый правильный ответ засчитывается как зачтенный или как не зачтенный. Для успешной сдачи необходимо правильно ответить на два или более вопросов.

**Тестовые задания**

**Тест №1.**

Нейронные сети с радиальной активационной функцией, радиально меняющиеся вокруг некоторого центра, и принимающие отличные от нуля значения только поблизости этого центра называются RBF-сетями. Как правило, радиальные функции имеют вид

,

где *с* – вектор, являющийся центром. Типичный пример такой функции – функция Гаусса, для скалярного аргумента имеющая следующее аналитическое представление:

.

Данная функция явно зависит от расстояния вектора-аргумента до вектора-центра*.*

**Задача.** Создать радиальную функцию, зависящую от не от расстояния до вектора с, а от угла между вектором x и вектором c. При этом, функция должна монотонно убывать на отрезке [0,2] и монотонно возрастать на отрезке [-2,0]. Вне этих отрезков функция должна обращаться в ноль. В нуле функция должна принимать значение 1.

**Тест №2.**

Двухслойный персептрон имеет сигмоидальную функцию активации и функционирует по формулам 6.16 (см. тему 6). Персептрон проектируется так, чтобы устойчиво распознавать десять арабских цифр. Каждая арабская цифра задана двоичной матрицей изображения цифры размерностью 10x10.

**Задача**. Определить минимальное необходимое количество нейронов в первом и втором слое персептрона для решения задачи распознавания образов.

**Тест №3.**

Пусть лингвистическая переменная (*B,T,X,G,M*) определена следующим образом:

*B* =«величина x»;

*T*={«малое», «среднее», «большое»};

*X* – интервал [0,10];

*G* – модификаторы «очень», «не»;

*M* – процедура задания на X нечетких множеств:

A1=«величина x это малое» формулой A1(t)= 1-1/(1+exp(-4\*t+6));

A2=«величина x это среднее» формулой A2(t)=exp(-(t-5)^2),

A3=«величина x это большое» формулой A3(t)=1/(1+exp(-2\*(t-6))) .

Пусть также модуль управления Такаги-Сугено состоит из двух правил:

R1: If(x1 это большое AND x2 это малое) THEN y1=5x1+10x2,

R2: If(x1 это малое AND x2 это среднее) THEN y2=x1+2x2.

Вычислить значение на выходе модуля нечеткого управления для x1=2, x2=7 используя

1. правило нечеткой импликации Мамдани;
2. правило нечеткой импликации Ларсена.

**Тест №4.**

На базе теста №3 спроектировать нейронечеткую систему. В качестве правила нечеткой импликации используйте правило Мамдани.

*Цель.* Продемонстрировать знания, навыки и умения, полученные на лекционных занятиях и лабораторных практикумах.

*Методические рекомендации.* В процессе выполнения заданий студент может пользоваться учебными и информационными материалами, указанными в п.8 рабочей программы данной дисциплины.

*Критерии оценивания.* Для получения зачета по тесту должны быть построены математические и программные модели нейросетевых систем, продемонстрирована их корректность на примерах.

**3.2 Промежуточная аттестация**

*По программе не зачёт, а экзамен – исправить.*

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме письменного экзамена. Подготовка студента к прохождению промежуточной аттестации осуществляется в период лекционных и семинарских занятий, а также во внеаудиторные часы в рамках самостоятельной работы. Во время самостоятельной подготовки студент пользуется конспектами лекций, основной и дополнительной литературой по дисциплине (см. перечень литературы в рабочей программе дисциплины).

Во время экзамена студент должен дать развернутый ответ на вопросы, изложенные в билете. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы по всему изучаемому курсу.

Во время ответа студент должен продемонстрировать знания в области нейроинформатики: основные определения и понятия, основные теоремы, базовые модели и алгоритмы обучения нейронных сетей.

## Вопросы для проведения промежуточной аттестации (экзамен)

1. История возникновения и развития нейроинформатики.
2. Свойства искусственных нейронных сетей.
3. Искусственный нейрон. Терминология, обозначения и схематическое изображение искусственных нейронных сетей.
4. Теорема Колмогорова.
5. Обобщенная теорема Стоуна.
6. Леммы о классе функций, вычислимых с помощью нейронных сетей.
7. Классификация нейронных сетей, примеры.
8. Общая постановка задачи обучения НС.
9. Обзор алгоритмов обучения НС и их сравнение.
10. Персептрон Розенблатта: архитектура, функционирование, обучение.
11. Решение задачи обучения слоистой сети. Алгоритм обратного распространения ошибки.
12. Применения многослойного персептрона обучаемого градиентным алгоритмом.
13. Алгоритмы обучения ИНС: метод «тяжелого шарика».
14. Алгоритмы обучения ИНС: метод Флетчера-Ривса.
15. Алгоритмы обучения ИНС: метод сопряженных градиентов.
16. Алгоритмы обучения ИНС: метод BFGS.
17. Алгоритмы обучения ИНС: метод Левенберга-Марквардта.
18. НС Кохонена
19. Сеть встречного распространения.
20. Гибридная НС.
21. НС Хопфилда.
22. Матрица Хебба с ортогонализацией образов (НС Хопфилда).
23. Алгоритмы забывания.
24. Двунаправленная автоассоциативная память.
25. Ортогонализация входных образов для НС Хопфилда.
26. Вероятностная нейродинамика.
27. Применения сети Хопфилда к задачам комбинаторной оптимизации (пример).
28. Радиальная нейронная сеть. Гибридный алгоритм обучения.
29. Радиальная нейронная сеть. Градиентный алгоритм обучения.
30. Генетический алгоритм обучения НС.
31. Нечеткое число, нечеткая переменная, лингвистическая переменная, t-норма, t-конорма.
32. Нечеткая импликация, нечеткая композиция, алгоритм нечеткого вывода.
33. Схема нечеткого вывода Тсукамото.
34. Схема нечеткого вывода Мамдани.
35. Схема нечеткого вывода Сугено-Такаги.
36. Обучение нейро-нечетких систем.

## Экзаменуемому задается пять вопросов. Для получения положительной оценки студенту необходимо ответить правильно более чем на три вопроса.

ФОС для проведения промежуточной аттестации одобрен на заседании кафедры теоретических основ компьютерной безопасности и криптографии (протокол № 1 от 31 августа 2021 года).

Автор:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Доцент кафедры теоретических основ компьютерной безопасности и криптографии | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | И. И. Слеповичев |
|  |  |  |
|  |  |  |