**Приложение**

**к Рабочей программе дисциплины**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет**

**им. Н.И. Лобачевского»**

|  |
| --- |
| **Институт информационных технологий, математики и механики** |

(факультет / институт / филиал)

Кафедра Математического обеспечения  
и суперкомпьютерных технологий

(наименование кафедры)

|  |  |
| --- | --- |
|  | УТВЕРЖДЕНО  решением ученого совета ННГУ  протокол от  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_ |
|  | |

**ФОНД**

**ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Глубокое обучение

02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

(код и наименование направления подготовки)

Когнитивные системы (КС)

(наименование профиля подготовки, направленности программы)

Магистр

Квалификация (степень) выпускника

Нижний Новгород

2020

***Цель фонда оценочных средств.*** Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «*Глубокое обучение».* Перечень видов оценочных средств соответствует рабочей программе дисциплины.

***Фонд оценочных средств включает*** контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме *собеседований и практических задач* и промежуточной аттестации в форме вопросов к *зачету*.

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Формируемые компетенции** (код, содержание компетенции) | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции** | | **Наименование оценочного средства** |
| **Индикатор достижения компетенции**\*  (код, содержание индикатора) | **Результаты обучения**  **по дисциплине\*\*** |
| ПК-1. Способен руководить научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками, в области информатики и информационных технологий (ФИИТ), и формировать их новые направления в области компьютерной графики и моделирования живых и технических систем (КГиМ) | ПК-1.1.  Знать проблематику и методы научных исследований и опытно-конструкторских ИТ-разработок в области КГиМ. | **Знать**алгоритмы и методы глубокого обучения. | собеседование |
| ПК-1.2.  Иметь навыки выполнения научных исследований и опытно-конструкторских ИТ-разработок в области КГиМ | **Навыки** работы с архитектурами, включающими открытые библиотеки глубокого обучения  **Владение опытом** реализации архитектур программных систем для решения практических задач, включающих открытые библиотеки глубокого обучения | собеседование, задания |
| ПК-2. Способен конвертировать результаты научно- исследовательских и/или опытно-конструкторских работ в требования ИТ-проекта в области компьютерной графики и моделирования живых и технических систем (КГиМ), и обратно: способен обеспечить ИТ-проект необходимым исследованием и опытно-конструкторскими работами. | ПК-2.1.  Знать методы конвертации результатов научно- исследовательских и опытно-конструкторских работ в требования ИТ-проекта в области КГиМ. | **Знать** как использовать алгоритмы и методы глубокого обучения.в решении научных задач и задач проектной и производственно-технологической деятельности | собеседование |
| ПК-2.2.  Иметь навыки применения результатов научно- исследовательских и опытно-конструкторских работ в ИТ-проектах в области КГиМ. | **Уметь** решать задачи КГиМ методами глубокого обучения.  **Владеть** навыками решения задач КГиМ методами глубокого обучения. | собеседование, задания |

1. **Перечень контрольных заданий и иных материалов, необходимых для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности**
   1. **Вопросы к собеседованию, выносимые на экзамен/зачет для промежуточной аттестации по дисциплине Глубокое обучение**

|  |  |
| --- | --- |
| **Вопрос** | Код компетенции |
| **1.Введение в глубокое обучение (deep learning).**  a.Что такое глубокое обучение (deep learning)?  b.Истоки возникновения (связь с биологией).  c.Примеры задач, которые решаются с использованием глубокого обучения:  i.Задачи компьютерного зрения (computer vision): классификация изображений с большим числом категорий, детектирование объектов, семантическая сегментация изображений.  ii.Задачи распознавания естественного языка: машинный перевод, генерация текстов естественного языка, грамматический разбор слов.  iii.Другие примеры задач (генерация описания модели, задачи планирования).  d.Классификация моделей по способу обучения.  i.Обучение с учителем (supervised learning): многослойные полностью связанные сети, сверточные нейронные сети, рекуррентные нейронные сети.  ii.Обучение без учителя (unsupervised learning): автокодировщик, ограниченная машина Больцмана (Restricted Boltzmann Machine, RBM), глубокая машина Больцмана | ПК-10.1 |
| **2.Многослойные полностью связанные сети** (Fully-Connected Neural Networks, FCNN). Многослойный персептрон (Multiple Layer Perceptron, MLP).  a.Общая структура модели.  b.Слои, функции активации и функции ошибки.  c.Оптимизационная постановка задачи обучения многослойной нейронной сети.  d.Метод обратного распространения ошибки (Back Propagation, BP).  e.Стохастический градиентный спуск (Stochastic Gradient Descent, SGD). Настраиваемые параметры метода.  f.Пример влияния параметров метода на скорость сходимости и результаты работы сети | ПК-10.1 |
| **3.Обзор библиотек глубокого обучения. Разработка сети, соответствующей логистической регрессии, на примере задачи распознавания рукописных цифр**.  a.Структура сети, соответствующая логистической регрессии.  b. Задача распознавания рукописных цифр.  с.Открытые библиотеки глубокого обучения:  Библиотека Caffe (C/C++, Python).Пример разработки сети, обучения и тестирования сети.  Библиотека Torch (Lua).  Библиотека TensorFlow (Python). | ПК-10.1 |
| **4.Сверточные нейронные сети.**  a.Структура модели.  b.Возможные слои (свертка, pooling, dropout, Local Contrast Normalization, Batch Normalization и другие).  c.Функции активации (сигмоидальные, ReLU).  d.Функции ошибки.  e.Оптимизационная постановка задачи обучения сверточной нейронной сети.  f.Метод обратного распространения ошибки для сверточных нейронных сетей.  g.Пример простейшей сверточной нейронной сети:  Структура сети; Влияния параметров метода обучения.  h.Определение числа обучаемых параметров. Оценка объема памяти, необходимой для хранения сети.  j.Принципы построения и оптимизации сверточных сетей | ПК-10.1 |
| **5.Визуализация фильтров/выходов на промежуточных слоях сети.**  Классификация методов визуализации признаков. Открытые библиотеки для визуализации. Визуализация фильтров и выходов слоев в библиотеке Caffe и Torch | ПК-10.1 |
| **6.Рекуррентные нейронные сети** (Recurrent Neural Network, RNN) и их развитие.  a.Общая структура модели. b. Полностью рекуррентная нейронная сеть. c. Проблемы обучения рекуррентны сетей. Развертывание рекуррентной сети во времени и адаптация метода обратного распространения ошибки.  d. Примеры простейших сетей: сеть Эльмана, сеть Хопфилда. e.Пример использования рекуррентных нейронных сетей к задаче распознавания цифр.  f.Двунаправленные рекуррентные нейронные сети.  g.Глубокие двунаправленные рекуррентные нейронные сети. h.Рекурсивные нейронные сети.  i.Длинные рекуррентные нейронные сети с короткой памятью | ПК-10.1 |
| **7.Обучение без учителя.**  Автокодировщик и стек автокодировщиков. Применение метода обратного распространения ошибки для обучения сети.  Разверточные нейронные сети. Ограниченная машина Больцмана. Глубокая машина Больцмана (Deep Boltzmann machine, DBM). Пример применения для начальной настройки параметров модели. Глубокая доверительная сеть | ПК-10.1 |
| **8.Перенос обучения (transfer learning) глубоких нейронных сетей.**  i. Полное обучение параметров всех слоев сети с произвольной начальной инициализацией.  ii. Обучение всех слоев параметров всех слоев сети с начальной инициализацией, полученной в результате обучения модели для решения исходной задачи.  iii. Обучение только последних слоев (измененных) сети с начальной инициализацией, полученной в результате обучения модели для решения исходной задачи. | ПК-10.1 |

* 1. **Типовые задания для текущего контроля успеваемости**

**Задания (задачи) для оценки компетенций ПК-10.2**

Набор индивидуальных и групповых работ (по 2-3 человека в группе) для оценивания уровня компетенций:

|  |  |
| --- | --- |
| **Тема** | **Компетенция** |
| **Лабораторная работа №1** Реализация метода обратного распространения ошибки для трехслойного персептрона (по материалам лекции №2)  **Лабораторная работа №2** Разработка полностью связанной нейронной сети с использованием одной из библиотек глубокого обучения для решения некоторой заданной задачи. Проведение экспериментов с разным количеством скрытых слоев и числом скрытых элементов на каждом слое. Сбор результатов качества работы сетей (по материалам лекции №3) | ПК-10.2 |
| **Лабораторная работа №3** Разработка сверточной нейронной сети для решения той же задачи, что и в предыдущей лабораторной работе. Проведение экспериментов с разными конфигурациями сверточных нейронных сетей. Сбор результатов качества работы сетей. (по  материалам лекции №4)  **Лабораторная работа №4** Визуализация фильтров, полученных на всех сверточных слоях нейронных сетей, построенных в предыдущей лабораторной работы. Модификация параметров сетей и их конфигураций с целью повышения качества их работы. (по материалам лекции №5)  Ресурс: Визуализация фильтров и выходов слоев в Caffe [http://nbviewer.jupyter.org/github/BVLC/caffe/blob/master/examples/00-classification.ipynb]. | ПК-10.2 |
| **Лабораторная работа №5** Разработка рекуррентных нейронных сетей и их разновидностей для решения той же задачи, что и в предыдущих работах. Проведение экспериментов с разными конфигурациями сетей. Сбор результатов качества работы сетей. (по материалам лекции №6)  Ресурс: Длинные рекуррентные нейронные сети с короткой памятью (Long Short-Term Memory Recurrent Neural Network, LSTM-RNN) [http://deeplearning.cs.cmu.edu/pdfs/Hochreiter97\_lstm.pdf].  **Лабораторная работа №6** Начальная настройка весов разработанных ранее нейронных сетей. Проведение экспериментов. Сбор результатов качества работы сетей с предварительной настройкой весов. (по материалам лекции №6)  Ресурс: [http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.727.9680&rep=rep1&type=pdf].  **Лабораторная работа №7** Применение переноса обучения для решения задачи, поставленной в ходе второй лабораторной работы. Проведение экспериментов с сетями, существующими для решения классических задач. Сбор результатов качества работы сетей с предварительной настройкой весов. | ПК-10.2 |

**Вопросы для собеседования по лабораторным работам при текущем контроле теоретических основ компетенции «ПК-3»**

|  |
| --- |
| 1. Проблема переобучения при решении задачи восстановления регрессии. 2. Методы борьбы с переобучением: сокращение числа параметров, регуляризация (ридж-регрессия), метод лассо. Трудоемкость методов. 3. Метод ближайших соседей для решения задачи классификации. Теорема об оценке риска в методе ближайшего соседа. 4. Наивный байесовский классификатор. 5. Линейный дискриминантный анализ. 6. Квадратичный дискриминантный анализ. 7. Логистическая регрессия. 8. Нейронные сети. Персептрон Розенблатта. Алгоритм обучения персептрона как метод стохастического градиентного спуска. 9. Нейронные сети для решения задач классификации и восстановления регрессии. Обучение сети. Регуляризация как метод борьбы с переобучением. 10. Понятие о глубоких нейронных сетях. 11. Машина опорных векторов. Ядра и спрямляющие пространства. 12. Деревья решений. Метод CART (classification and regression trees) для решения задач классификации и восстановления регрессии. 13. Отсечения ветвей и выбор финального дерева. Методы обработки пропущенных значений. 14. Ансамбли решающих правил (классификаторов). Простое и взвешенное голосования. 15. Бустинг. Алгоритм AdaBoost. Оценка ошибки предсказания. 16. Бустинг и аддитивные модели. Градиентный бустинг. Алгоритм градиентного бустинга деревьев решений (MART). 17. Баггинг. Алгоритм случайных деревьев (случайный лес.). 18. Обучение без учителя. Кластеризация. Кластеризация методами теории графов. 19. Метод центров тяжести. Метод медиан. 20. Метод нечетких множеств. EM-алгоритм. 21. Введение в глубокое обучение (deep learning): что такое глубокое обучение (deep learning); истоки возникновения (связь с биологией); задачи, которые решаются с использованием глубокого обучения. 22. Многослойные полностью связанные сети (Fully-Connected Neural Networks, FCNN). Многослойный персептрон (Multiple Layer Perceptron, MLP). 23. Открытые библиотеки глубокого обучения. Принцин разработки сети, соответствующей логистической регрессии, на примере задачи распознавания рукописных цифр. 24. Сверточные нейронные сети: структура модели; возможные слои (свертка, pooling, dropout, Local Contrast Normalization, Batch Normalization и другие), принципы задачи 25. Визуализация фильтров/выходов на промежуточных слоях сети: классификация методов визуализации признаков; открытые библиотеки визуализации; визуализация в библиотеках Caffe, Torch. 26. Рекуррентные нейронные сети (Recurrent Neural Network, RNN) и их развитие: Двунаправленные рекуррентные нейронные сети; Глубокие двунаправленные рекуррентные нейронные сети; Рекурсивные нейронные сети; Длинные рекуррентные нейронные сети с короткой памятью. 27. Обучение без учителя: Автокодировщик; Разверточные нейронные сети; Ограниченная машина Больцмана; Глубокая машина Больцмана; Глубокая доверительная сеть 28. Перенос обучения (transfer learning) глубоких нейронных сетей |

**2.3 Задания (оценочные средства), выносимые на зачет/экзамен**

На зачет /экзамен для оценки выносятся:

1) Оценка ПК-10 в части «Знать» - результаты собеседования по вопросам п.2.1, с весовым коэффициентом 0.5;

2) Оценка ПК-10 в части «Уметь», «Владеть» - результаты текущего контроля по п.2.2 с весовым коэффициентом 0.5.

Составители:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.Д.Кустикова

(подпись)

«\_\_\_\_»