

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г.

Демидова Кафедра компьютерных сетей

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИВТ

 Д.Ю. Чалый

«23» мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
«Нейронные сети и нейрокомпьютеры»

**Направление подготовки**  
02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

**Профиль**  
«Искусственный интеллект и компьютерные науки»

**Квалификация выпускника**  
Магистр

**Форма обучения**  
очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от «17» апреля 2023 г.,  
протокол № 8

Программа одобрена НМК  
факультета ИВТ  
протокол № 6 от  
«28» апреля 2023 г.

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями дисциплины «Нейронные сети и нейροкомпьютеры» являются приобретение знаний и умений в соответствии с ФГОС ВПО, формирование научного мировоззрения и развитие навыков использования нейросетевых алгоритмов в различных областях (экономика, техника, медицина, бизнес и др.), а также знакомство с передовыми достижениями в области использования нейροкомпьютеров. Задача курса состоит в том, чтобы познакомить студентов с основными знаниями в области нейросетевого моделирования и обработки информации искусственными нейронными сетями, а также применениям нейросетей при анализе данных на цифровых ЭВМ и нейροкомпьютерах.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры

Дисциплина «Нейронные сети и нейροкомпьютеры» относится к вариативной части (дисциплина по выбору) ОП магистратуры.

Дисциплина основывается на знаниях, полученных студентами при изучении таких предметов как «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Численные методы», «Концепции современного естествознания». Студент магистратуры, приступая к изучению дисциплины «Нейронные сети и нейροкомпьютеры», должен иметь хорошую базовую подготовку по указанным выше курсам. При освоении дисциплины необходимы такие личностные характеристики как общая образованность, организованность и трудолюбие, самостоятельность, настойчивость в достижении цели.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП магистратуры

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ПК-5. Способен руководить проектами по созданию, поддержке и использованию системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов	ПК-5.1 Руководит созданием искусственного интеллекта на основе моделей искусственных сетей и инструментальных средств	<b>Знать:</b> – основные математические модели и архитектуры искусственных нейронных сетей; – прикладные задачи обработки данных, в которых могут использоваться нейронные сети. <b>Уметь:</b> – интерпретировать задачи обработки данных для их решения с помощью нейросетевых методов, а также решать эти задачи. <b>Владеть навыками:</b> – работы с популярными нейросетевыми пакетами.

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач.ед., 108 акад.час.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)					Формы текущего контроля успеваемости	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			<b>Контактная работа</b>						
1.	Введение	1	2	8				14	
2.	Перцептроны	1	2	4		1		14	
3.	Сети Хопфилда	1	3	4		1		14	
4.	Сети Кохонена	1	3	4		1		14	
5.	Нейросетевое программное обеспечение	1	2	4		1		11,7	
	Итоговая аттестация						0,3		
	<b>Всего за 1 семестр</b>		<b>12</b>	<b>24</b>		<b>4</b>	<b>0,3</b>	<b>67,7</b>	<b>Зачет</b>
	<b>Всего</b>		<b>12</b>	<b>24</b>		<b>4</b>	<b>0,3</b>	<b>67,7</b>	

#### Содержание разделов дисциплины:

##### 1. Введение.

Понятие биологической и искусственной нейронной сети. Задачи, решаемые с помощью искусственных нейронных сетей. Строение биологического нейрона. Развитие мембранного потенциала. Искусственный нейрон. Активационные функции. Обучение искусственныхнейросетей. Классификация искусственныхнейросетей.

##### 2. Перцептроны.

Однослойный перцептрон: строение и функционирование. Перцептроннаяпредставляемость. Геометрическая интерпретация работы однослойного перцептрона. Проблема исключаяющего ИЛИ. Понятие линейной разделимости для однослойного перцептрона. Преодоление ограничения линейной разделимости. Обучение однослойного перцептрона. Дельта-правило. Многослойный перцептрон: строение и функционирование. Возможности многослойного перцептрона. Обучение многослойного перцептрона. Процедура обратного распространения ошибки. Проблемы, связанные с обучением перцептрона.

##### 3. Сети Хопфилда.

Понятие нейронной сети с обратными связями, ее динамика. Бинарная сеть Хопфилда: строение и функционирование. Геометрическая интерпретация работы бинарной сети Хопфилда. Устойчивость бинарной сети Хопфилда. Функция энергии. Сеть Хопфилда и ассоциативная память. Распознавание изображений. Ложные образы (химеры). Емкость сети Хопфилда. Обучение сети Хопфилда. Проблема локальных минимумов. Непрерывная сеть Хопфилда. Сеть Хопфилда и машина Больцмана. Система, имитирующая отжиг. Статистические сети Хопфилда. Приложения сетей Хопфилда.

#### **4. Сети Кохонена.**

Задача классификации, методы ее решения. Задача кластеризации, методы ее решения. Сети Кохонена и их виды. Слой Кохонена. Геометрическая интерпретация работы слоя Кохонена. Диаграмма Вороного-Дирихле. Самоорганизующиеся карты Кохонена. Обучение сети Кохонена.

#### **5. Нейросетевое программное обеспечение.**

Нейросетевое программное обеспечение: общий обзор и методика работы. Нейропакеты. Нейронные сети в аналитических, статистических и математических программных комплексах.

### **5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Нейронные сети и нейрокомпьютеры – современная инновационная дисциплина, расположенная на стыке таких наук как математика, информатика и биология. Методика преподавания сочетает лекционное изложение с навыками практической работы с нейронными сетями, в том числе самостоятельной. *Лекции* включают в себя теоретическое изложение современных нейросетевых концепций. *Практические занятия* посвящены изучению современных нейросетевых технологий с точки зрения практической работы и профессиональной деятельности обучающихся. При этом особое внимание уделяется возможным приложениям полученных навыков в научной и профессиональной деятельности. Организованные таким образом практические занятия являются возможной площадкой для организации встреч с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классов экспертов и специалистов. *Групповые консультации* проводятся перед контрольными мероприятиями (зачет) для большой группы студентов с целью систематизации знаний и устранению имеющихся сложностей с пониманием материала общего характера. *Индивидуальные консультации* проводятся регулярно для желающих с целью устранения имеющихся у студентов проблем с материалом частного характера.

*Самостоятельная работа* реализуется:

1. Непосредственно в процессе аудиторных занятий.
2. В контакте с преподавателем вне рамок расписания – на консультациях по учебным вопросам, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.

*Зачёт* целесообразно проводить в устной форме. Важно проверить у обучающихся не только теоретические знания, но и практические навыки применения современных нейросетевых технологий. При этом к каждому обучающемуся необходим индивидуальный подход. Чтобы поощрить обучающихся, им предлагается написать собственную реализацию одной из трех основных искусственных нейросетевых парадигм (перцептроны, сети Хопфилда, сети Кохонена) применительно к какой-либо задаче обработки данных. Наличие такой реализации учитывается на зачете. Это позволяет заинтересовать обучающихся, побудить их к самостоятельному изучению практических навыков использования современных нейросетевых технологий.

## **6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

– для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации, для разработки документов, презентаций, для работы с электронными таблицами - программы OfficeStd 2013 RUSOLPNLAcadmс 021-10232, LibreOffice (свободное), издательская система LaTeX;

– для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ–Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

а) основная:

1. Кащенко, С. А., Модели волновой памяти / С. А. Кащенко, В. В. Майоров; Яросл. гос. ун-т. - 2-е изд., М., URSS; ЛИБРОКОМ, 2013, 286с

2. Галушкин, А. И., Нейрокомпьютеры : учеб.пособие для вузов / А. И. Галушкин. - стереотип. изд., М., Альянс, 2014, 524с

3. Злобин, В. К., Нейросети и нейрокомпьютеры: учеб. пособие для вузов / В. К. Злобин, В. Н. Ручкин, СПб., БХВ-Петербург, 2011, 252с

б) дополнительная:

1. УоссерменФ. Нейрокомпьютерная техника. Теория и практика. – М.: Мир, 1992.

2. Тарков М.С. Нейрокомпьютерные системы. – БИНОМ. Лаборатория знаний. Интернет-университет информационных технологий, 2006.

3. Короткин, А. А., Математические модели искусственных нейронных сетей : учеб.пособие, Ярославль, ЯрГУ, 2000, 54с

4. Барский, А. Б., Нейронные сети : распознавание, управление, принятие решений / А. Б. Барский, М., Финансы и статистика, 2004, 175с

5. Ануфриенко, С. Е., Коновалов, Е.В. Нейронные модели на основе импульсного нейрона : учеб.пособие для вузов / С. Е. Ануфриенко, Коновалов Е.В. ; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2012, 77с

6. Ануфриенко, С. Е., Коновалов Е.В. Нейронные модели на основе импульсного нейрона [Электронный ресурс] : учеб.пособие для вузов / С. Е. Ануфриенко, Коновалов Е.В.

; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2012, 77с

<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20120402.pdf>

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система «Юрайт»( <https://urait.ru/> ).

2. Электронно-библиотечная система «Лань»( <https://e.lanbook.com/>).

## **8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

- специальные помещения:

-учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа и лабораторных занятий;

- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,

- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;

-помещения для самостоятельной работы;

-помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств

обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для лабораторных занятий - больше либо равно списочного состава группы обучающихся.

- фонд библиотеки.
- компьютерная техника.

**Автор(ы) :**

Доцент кафедры компьютерных сетей, к.ф.-м.н. \_\_\_\_\_ Е.В.Коновалов

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Нейронные сети и нейрокомпьютеры»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,  
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта  
деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

**Тест для самопроверки по результатам освоения дисциплины.**

(правильные ответы подчеркнуты)

1. К основным свойствам нейронных сетей не относится...
  - а) способность к обучению
  - б) способность к обобщению данных
  - в) безошибочная работа
  - г) абстрагирование от предметной области
  
2. К типичным нейросетевым задачам не относится...
  - а) решение дифференциальных уравнений
  - б) распознавание изображений
  - в) реализация логических функций
  - г) кластеризация данных
  
3. В человеческом мозге порядка \_\_\_\_\_ нейронов
  - а) одного миллиона
  - б) ста миллиардов
  - в) ста миллионов
  - г) десяти тысяч
  
4. Важнейшая особенность биологических нейронов – их способность...
  - а) делиться
  - б) перемещаться в теле человека
  - в) генерировать электрохимический импульс
  - г) разрушаться с течением времени
  
5. Синапс – это...
  - а) один из отделов головного мозга
  - б) место контакта одного биологического нейрона с другим
  - в) имя древнегреческого бога
  - г) производная синуса
  
6. К основным нейросетевым технологиям не относят...
  - а) перцептроны
  - б) сети Кохонена
  - в) сети Хопфилда



г) сети Эйнштейна

7. Проблема исключающего ИЛИ заключается в том, что однослойный персептрон не может...

- а) сделать выбор между двумя своими состояниями
- б) реализовать логическую функцию XOR
- в) прийти в устойчивое состояние
- г) распознавать лица

8. Процедура обратного распространения ошибки – это алгоритм обучения

- а) однослойного персептрона
- б) сети Хэмминга
- в) многослойного персептрона
- г) карт Кохонена

9. Нейрокомпьютер – это...

- а) один из видов цифрового компьютера
- б) другое название головного мозга человека
- в) устройство переработки информации на основе принципов работы естественных нейронных сетей
- г) устройство сопряжения между головным мозгом и нейрочипом

10. Специализированная программа для имитации искусственных нейронных сетей на цифровом компьютере называется...

- д) нейрокомпьютер
- е) нейропакет
- ж) нейроинтерфейс
- з) среда программирования

Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл.

Набранное количество баллов 9-10 соответствует формированию проверяемых компетенций на высоком уровне, 7-8 баллов – на продвинутом уровне, 5-7 баллов – на пороговом уровне, менее 5 баллов – ниже порогового уровня.

### **1.1 Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации**

### **1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

#### **Список вопросов к зачету**

На зачете проверяется сформированность знаний, умений и навыков в соответствии с компетенциями ОК-1 и ПК-3.

Зачет проводится в устной форме и выставляется по итогам ответов, данных студентом на два вопроса из списка вопросов. Список вопросов к зачету заранее доступен обучающимся.

1. Понятие и основные свойства нейронных сетей: способность к обучению, обобщение, абстрагирование. Достоинства и недостатки нейросетевых решений.
2. Приложения нейронных сетей в различных областях науки и техники. Типичные нейросетевые задачи.
3. История развития нейронных сетей.
4. Строение биологического нейрона.
5. Ионный транспорт в клеточной мембране. Мембранный потенциал.
6. Искусственный нейрон Мак-Каллока–Питтса.
7. Понятие активационной функции. Виды активационных функций.
8. Классификация нейронных сетей: по типу элементов, топологии, динамике.
9. Обучение нейронных сетей. Обучение с учителем и без учителя. Алгоритмы обучения. Правило Хэбба.
10. Однослойный персептрон: строение и функционирование. Персептронная представляемость.
11. Геометрическая интерпретация работы однослойного персептрона. Проблема исключающего ИЛИ.
12. Понятие линейной разделимости для однослойного персептрона. Преодоление ограничения линейной разделимости.
13. Обучение однослойного персептрона. Дельта-правило.
14. Многослойный персептрон: строение и функционирование. Возможности многослойного персептрона.
15. Обучение многослойного персептрона. Процедура обратного распространения ошибки.
16. Проблемы, связанные с обучением персептрона: паралич сети, локальные минимумы, размер шага, временная неустойчивость.
17. Понятие нейронной сети с обратными связями, ее динамика. Аттракторы.
18. Бинарная сеть Хопфилда: строение и функционирование.
19. Геометрическая интерпретация работы бинарной сети Хопфилда.
20. Устойчивость бинарной сети Хопфилда. Функция энергии.
21. Сеть Хопфилда и ассоциативная память. Распознавание изображений. Ложные образы (химеры). Емкость сети Хопфилда.
22. Обучение сети Хопфилда. Проблема локальных минимумов.
23. Непрерывная сеть Хопфилда.
24. Сеть Хопфилда и машина Больцмана. Система, имитирующая отжиг. Статистические сети Хопфилда.
25. Приложения сети Хопфилда: аналого-цифровой преобразователь.
26. Приложения сети Хопфилда: задача коммивояжера.
27. Задача классификации, методы ее решения.
28. Задача кластеризации, методы ее решения.
29. Сети Кохонена и их виды. Слой Кохонена.
30. Геометрическая интерпретация работы слоя Кохонена. Диаграмма Вороного-Дирихле.
31. Самоорганизующиеся карты Кохонена.
32. Обучение сети Кохонена.
33. Нейросетевое программное обеспечение: общий обзор и методика работы.
34. Нейропакеты.
35. Нейронные сети в аналитических, статистических и математических программных комплексах.
36. Понятие и архитектура нейрокомпьютера.

## **2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания**

### **2.1 Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание**

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

**Пороговый уровень** - предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

**Продвинутый уровень** - предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

**Высокий уровень** - предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.

**2.2 Перечень компетенций, этапы их формирования,  
описание показателей и критериев оценивания  
компетенций  
на различных этапах их формирования**

оКодко мпе- тенции	Форма контроля	Этапы форми- рования (№ темы (раздела)	Показатели оценивания	Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования		
				Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
ПК-5	Зачет	1 – 5	<p><b>Знать:</b> –основные математические модели и архитектуры искусственных нейронных сетей; –прикладные задачи обработки данных, в которых могут использоваться нейронные сети; –общее устройство нейрокомпьютера.</p> <p><b>Уметь:</b> – интерпретировать задачи обработки данных для их решения с помощью нейросетевых методов, а также решать эти задачи.</p> <p><b>Владеть навыками:</b></p>	<p>1. Знание некоторых математических моделей и архитектур искусственных нейронных сетей.</p> <p>2. Знание некоторых прикладных задач обработки данных, в которых могут использоваться нейронные сети.</p>	<p>1. Знание всех основных математических моделей и архитектур искусственных нейронных сетей.</p> <p>2. Знание всех основных прикладных задач обработки данных, в которых могут использоваться нейронные сети.</p> <p>3. Умение интерпретировать некоторые задачи обработки данных для их решения с помощью нейросетевых методов, а также решать эти задачи.</p>	<p>1. Знание всех основных математических моделей и архитектур искусственных нейронных сетей и понимание их границ применимости.</p> <p>2. Знание всех основных прикладных задач обработки данных, в которых могут использоваться нейронные сети, а также умение обобщать нейросетевые методы на новые задачи.</p> <p>3. Знание общего устройства нейрокомпьютера.</p> <p>4. Умение интерпретировать все основные задачи обработки данных для их решения с помощью нейросетевых методов, а также решать эти задачи.</p>

			– работы с популярными нейросетевыми пакетами.		4. Владение навыками работы с популярными нейросетевыми пакетами.	5. Владение навыками работы с популярными нейросетевыми пакетами и разработки нового нейросетевого программного обеспечения.
<b>Профессиональные компетенции</b>						
ПК-5	Зачет	1 – 5	<p><b>Знать:</b> –основные математические модели и архитектуры искусственных нейронных сетей; –прикладные задачи обработки данных, в которых могут использоваться нейронные сети; –общее устройство нейрокомпьютера.</p> <p><b>Уметь:</b> – интерпретировать задачи обработки данных для их решения с помощью нейросетевых методов, а также решать эти задачи.</p> <p><b>Владеть навыками:</b></p>	<p>1. Знание некоторых математических моделей и архитектур искусственных нейронных сетей.</p> <p>2. Знание некоторых прикладных задач обработки данных, в которых могут использоваться нейронные сети.</p>	<p>1. Знание всех основных математических моделей и архитектур искусственных нейронных сетей.</p> <p>2. Знание всех основных прикладных задач обработки данных, в которых могут использоваться нейронные сети.</p> <p>3. Умение интерпретировать некоторые задачи обработки данных для их решения с помощью нейросетевых методов, а также решать эти задачи.</p>	<p>1. Знание всех основных математических моделей и архитектур искусственных нейронных сетей и понимание их границ применимости.</p> <p>2. Знание всех основных прикладных задач обработки данных, в которых могут использоваться нейронные сети, а также умение обобщать нейросетевые методы на новые задачи.</p> <p>3. Знание общего устройства нейрокомпьютера.</p> <p>4. Умение интерпретировать все основные задачи обработки данных для их решения с помощью нейросетевых методов, а также решать эти задачи.</p> <p>5. Владение навыками работы с популярными</p>

			– работы с популярными нейросетевыми пакетами.		4. Владение навыками работы с популярными нейросетевыми пакетами.	нейросетевыми пакетами и разработки нового нейросетевого программного обеспечения.
--	--	--	--	--	---	--

### **3. Методические рекомендации преподавателю по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе

«Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

#### **3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций**

Критериями оценивания степени овладения умениями и навыками, полученными в результате освоения данной дисциплины, являются критерии, описанные в таблице раздела 2.2.

Критерии оценивания формулируются исходя из следующих общих характеристик уровней:

##### **Пороговый уровень (общие характеристики):**

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

##### **Продвинутый уровень (общие характеристики):**

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;

- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

**Высокий уровень** (общие характеристики):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;
- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

### **3.2 Описание процедуры выставления оценки**

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется зачет.

Оценка «зачет» выставляется студенту, у которого каждая компетенция сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция сформирована ниже, чем на пороговом уровне.



## Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Нейронные сети и нейрокомпьютеры»

### Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Нейронные сети и нейрокомпьютеры – современная инновационная дисциплина, расположенная на стыке таких наук как математика, информатика и биология. Методика преподавания сочетает лекционное изложение с навыками практической работы с нейросетями, в том числе самостоятельной. *Лекции* включают в себя теоретическое изложение современных нейросетевых концепций. *Практические занятия* посвящены изучению современных нейросетевых технологий с точки зрения практической работы и профессиональной деятельности обучающихся. При этом особенное внимание уделяется возможным приложениям полученных навыков в научной и профессиональной деятельности. Организованные таким образом практические занятия являются возможной площадкой для организации встреч с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классов экспертов и специалистов. *Групповые консультации* проводятся перед контрольными мероприятиями (зачет) для большой группы студентов с целью систематизации знаний и устранению имеющихся сложностей с пониманием материала общего характера. *Индивидуальные консультации* проводятся регулярно для желающих с целью устранения имеющихся у студентов проблем с материалом частного характера.

*Самостоятельная работа* реализуется:

1. Непосредственно в процессе аудиторных занятий.
2. В контакте с преподавателем вне рамок расписания – на консультациях по учебным вопросам, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.

*Зачёт* целесообразно проводить в устной форме. Важно проверить у обучающихся не только теоретические знания, но и практические навыки применения современных нейросетевых технологий. При этом к каждому обучающемуся необходим индивидуальный подход. Чтобы поощрить обучающихся, им предлагается написать собственную реализацию одной трех основных искусственных нейросетей (персептроны, сети Хопфилда, сети Кохонена) применительно к какой-либо задаче обработки данных. Наличие такой реализации учитывается на зачете. Это позволяет заинтересовать обучающихся, побудить их к самостоятельному изучению практических навыков использования современных нейросетевых технологий.

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы особенно рекомендуется использовать учебную литературу. В частности, следующие издания:

1. Злобин В. К. Ручкин В. Н. Нейросети и нейрокомпьютеры. –С-Пб.: БХВ-Петербург, 2011.
2. Филип Уоссермен. Нейрокомпьютерная техника. Теория и практика. – М.: Мир, 1992.
3. Саймон Хайкин. Нейронные сети. – М.: Издательский дом «Вильям», 2006.
4. Ежов А.А., Шумский С.А. Нейрокомпьютинг и его применение в экономике и бизнесе. М.: МИФИ, 1998.

Также для подбора учебной литературы рекомендуется использовать широкий спектр интернет-ресурсов:

**1. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»** ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)) – электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной и художественной литературе ведущих издательств (\*регистрация в электронной библиотеке – только в сети университета. После регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet.).

**2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"** (<http://window.edu.ru/library>).

Целью создания информационной системы "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (ИС "Единое окно ") является обеспечение свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

**1. Личный кабинет** ([http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php)) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню

«Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

**2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ**

([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

**3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»**

([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека [«Книгообеспеченность»](#) доступна в сети университета и через Личный кабинет.