МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова Кафедра компьютерных сетей

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИВТ

 Д.Ю. Чалый

«22» мая 2024 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 «22» апреля 2024 г.,

протокол № 8

Программа одобрена НМК факультета ИВТ

протокол № 6 от

«26» апреля 2024 г.

Ярославль

# Цели освоения дисциплины

Целями дисциплины «Нейронные сети и нейрокомпьютеры» 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 нейрокомпьютеров.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 нейрокомпьютерах.

# Место дисциплины в структуре ОП магистратуры

Дисциплина «Нейронные сети и нейрокомпьютеры» 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 нейрокомпьютеры»,должен иметь хорошую базовую подготовку по указанным выше курсам. При освоении дисциплины необходимы такие личностные характеристики как общая образованность,организованность и трудолюбие, самостоятельность, настойчивость вдостижении цели.

# 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** |
| **Профессиональные компетенции** |
| 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 | **Знать:****–**основные математические модели и архитектуры искусственных нейронных сетей;**–**прикладные задачи обработки данных, в которых могутиспользоваться нейронные сети. |
|  |  | **Уметь:****–**интерпретировать задачи обработки данных для их решения с помощью нейросетевых методов, а также решать эти задачи. |
|  |  | **Владеть навыками:**– работы с популярными нейросетевыми пакетами. |

# 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****Форма промежуточной аттестации****(по семестрам)** |
|  |  |  | **Контактная работа** |  |  |
|  |  |  | лекции | практические | лабораторные | консультации | аттестационные испытания | самостоятельная работа |  |
| 1. | Введение | 1 | 2 | 8 |  |  |  | 14 |  |
| 2. | Персептроны | 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 |  |  |
|  | **Всего за 1 семестр** |  | **12** | **24** |  | **4** | **0,3** | **67,7** | **Зачет** |
|  | **Всего** |  | **12** | **24** |  | **4** | **0,3** | **67,7** |  |

# 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.

# Персептроны.

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

# Сети Хопфилда.

Понятие нейронной сети с обратными связями, ее динамика. Бинарная сетьХопфилда: 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 сетиХопфилда. Проблема локальных минимумов. Непрерывная сеть Хопфилда. Сеть Хопфилда и машина Больцмана. Система, имитирующая отжиг. Статистические сети Хопфилда. Приложения сетей Хопфилда.

# Сети Кохонена.

Задача классификации, методы ее решения. Задача кластеризации, методы ее решения. СетиКохонена и их виды. Слой Кохонена. Геометрическая интерпретация работы слояКохонена. Диаграмма Вороного-Дирихле. Самоорганизующиесякарты Кохонена. Обучение сети Кохонена.

# 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 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 нейросетевых парадигм (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.

# 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 RUSOLPNLAcdmc 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, 286c
2. Галушкин, А. И., Нейрокомпьютеры : учеб.пособие для вузов / А. И. Галушкин. - стереотип. изд., М., Альянс, 2014, 524c
3. Злобин, В. К., Нейросети и нейрокомпьютеры: учеб. пособие для вузов / В. К.

Злобин, В. Н. Ручкин, СПб., БХВ-Петербург, 2011, 252c 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, 54c
4. Барский, А. Б., Нейронные сети : распознавание, управление, принятие решений / А. Б. Барский, М., Финансы и статистика, 2004, 175c
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, 77c
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, 77c

<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/).

# 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**

# 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

1. К типичным нейросетевым задачам не относится… а) решение дифференциальных уравнений

б) распознавание изображений

в) реализация логических функций г) кластеризация данных

1. В человеческом мозге порядка нейронов а) одного миллиона

б) ста миллиардов в) ста миллионов г) десяти тысяч

1. Важнейшая особенность биологических нейронов – их способность… а) делиться

б) перемещаться в теле человека

в) генерировать электрохимический импульс г) разрушаться с течением времени

1. Синапс – это…

а) один из отделов головного мозга

б) место контакта одного биологического нейрона с другим в) имя древнегреческого бога

г) производная синуса

1. К основным нейросетевым технологиям не относят… а) персептроны

б) сети Кохонена в) сети Хопфилда

г) сети Эйнштейна

1. 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

1. Процедура обратного распространения ошибки – это алгоритм обучения а) однослойного персептрона

б) сети Хэмминга

в) многослойного персептрона г) карт Кохонена

1. 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

1. 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.

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

* 1. **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. Персептроннаяпредставляемость.
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 сетьХопфилда: 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 сетиХопфилда. 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. СетиКохонена и их виды. Слой Кохонена.
30. Геометрическая интерпретация работы слояКохонена. Диаграмма Вороного- Дирихле.
31. Самоорганизующиесякарты 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.
	1. **Перечень компетенций, этапы их формирования,**

# описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных

**этапах**

# их формирования, описание шкалы оценивания

* 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 уровеньпревосходит 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.

# 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 | **Знать:****–**основные математические модели и архитектуры искусственных нейронных сетей;**–**прикладные задачи обработки данных, в которых могут использоваться нейронные сети;**–**общее устройство нейрокомпьютера.**Уметь:****–** интерпретировать задачи обработки данных для ихрешения с помощью нейросетевых методов, а также решать эти задачи. | 1. Знание некоторых математических моделей и архитектур искусственных нейронных сетей.
2. Знание некоторых прикладных задач обработки данных, в которых могут использоваться нейронные сети.
 | 1. Знание всех основных математических моделей и архитектур искусственных нейронных сетей.
2. Знание всех основных прикладных задач обработки данных, в которых могут использоваться нейронные сети.
3. Умение интерпретировать некоторые задачи обработки данных для

их решения с помощью нейросетевых методов, а также решать этизадачи. | 1. Знание всех основных математических моделей и архитектур искусственных нейронных сетей и понимание их границ применимости.
2. Знание всех основных прикладных задач обработки данных, в которых могут использоваться нейронные сети, а также умение обобщать нейросетевые методы на новые задачи.
3. Знание общего устройства нейрокомпьютера.
4. Умение интерпретировать все основные задачи

обработки данных для их решения с помощью нейросетевых методов, а также решать эти задачи. |
|  |  |  | **Владеть навыками:** |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | – 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. |
| **Профессиональные компетенции** |
| ПК-5 | Зачет | 1 – 5 | **Знать:****–**основные математические модели и архитектуры искусственных нейронных сетей;**–**прикладные задачи обработки данных, в которых могут использоваться нейронные сети;**–**общее устройство нейрокомпьютера.**Уметь:****–** интерпретировать задачи обработки данных для ихрешения с помощью нейросетевых методов, а также решать этизадачи. | 1. Знание некоторых математических моделей и архитектур искусственных нейронных сетей.
2. Знание некоторых прикладных задач обработки данных, в которых могут использоваться нейронные сети.
 | 1. Знание всех основных математических моделей и архитектур искусственных нейронных сетей.
2. Знание всех основных прикладных задач обработки данных, в которых могут использоваться нейронные сети.
3. Умение интерпретировать некоторые задачи обработки данных для

их решения с помощью нейросетевых методов, а также решать этизадачи. | 1. Знание всех основных математических моделей и архитектур искусственных нейронных сетей и понимание их границ применимости.
2. Знание всех основных прикладных задач обработки данных, в которых могут использоваться нейронные сети, а также умение обобщать нейросетевые методы на новые задачи.
3. Знание общего устройства нейрокомпьютера.
4. Умение интерпретировать все основные задачи обработки

данных для их решения с помощью нейросетевых методов, а также решать эти задачи. |
|  |  |  | **Владеть навыками:** |  |  | 5. Владение навыками работы с популярными |

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

# 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»

# 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 объёме 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.

# 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. СаймонХайкин. Нейронные сети. – М.: Издательский дом «Вильям», 2006.
4. Ежов А.А., Шумский С.А. Нейрокомпьютинг и его применение в экономике ибизнесе. 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>) 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.

# Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ

(<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.

# Электронная картотека [«Книгообеспеченность»](http://10.1.0.4/buki/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»](http://10.1.0.4/buki/bk_bookreq_find.php) доступна в сети университета и через Личный кабинет.