

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра компьютерных сетей

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИВТ

 Д.Ю. Чалый

« 24 » мая 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

«Математические модели искусственных нейросетей»

**Направление подготовки**

01.03.02 Прикладная математика и информатика

**Направленность (профиль)**

«Программирование и технологии искусственного интеллекта»

**Квалификация выпускника**

Бакалавр

**Форма обучения**

очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от 22 марта 2022 г.,  
протокол № 7

Программа одобрена НМК  
факультета ИВТ  
протокол № 6 от  
18 апреля 2022 г.

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями дисциплины «Математические модели искусственных нейросетей» являются приобретение знаний и умений в соответствии с ФГОС ВПО, овладение наиболее популярными современными нейросетевыми моделями, развитие способности применять нейросетевые методы для решения различных задач в профессиональной и прикладной деятельности. Задача курса состоит в том, чтобы познакомить студентов с базовыми знаниями в области нейросетевого моделирования и обработки информации искусственными нейронными сетями, а также применениям нейросетей при анализе данных.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Математические модели искусственных нейросетей» относится к вариативной части (дисциплина по выбору) ОП бакалавриата.

Дисциплина основывается на знаниях, полученных студентами при изучении таких предметов, как «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Численные методы», «Языки и методы программирования». Студент четвертого курса, приступая к изучению дисциплины «Математические модели искусственных нейросетей», 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 бакалавриата

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-1 Способен понимать, анализировать и совершенствовать данные современных научных исследований	ПК – 1.1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и/ или естественных наук, программирования и информационных технологий	<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., 144 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	1 Введение	7	3	10,8				6	
2	2 Персептроны	7	3	10,8	1	2	1	6	
3	3 Сети Хопфилда	7	3	10,8		1	1	6	
4	4 Сети Кохонена	7	3	10,8		2	1	6	
5	5 Нейросетевое программное обеспечение	7	6	10,8		2	1	4,8	
	Итоговая аттестация	7						0	7
	Всего за 7 семестр		18		54	7		28,7	Зачет
	Всего		18		54	7		28,7	

#### 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 искусственных нейросетей. Классификация искусственных нейросетей.

##### 2. Персептроны.

Однослойный персептрон: строение и функционирование. Персептронная представляемость. 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.

##### 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**

Математические модели искусственных нейросетей – современная инновационная и междисциплинарная дисциплина. 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 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 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 сетевых компьютерных 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 RUS OLP NL Acdmc 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. Галушкин, А. И., Нейрокомпьютеры : учеб.пособие для вузов / А. И. Галушкин. - стереотип. изд., М., Альянс, 2014, 524с
2. Злобин, В. К., Нейросети и нейрокомпьютеры: учеб. пособие для вузов / В. К. Злобин, В. Н. Ручкин, СПб., БХВ-Петербург, 2011, 252с

б) дополнительная:

1. Уоссермен Ф. 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

в) ресурсы сети «Интернет»

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

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 практических занятий (семинаров);
- 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 практических занятий (семинаров)– списочному составу 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  
«Математические модели искусственных нейросетей»**

**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**

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

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

**Проверка сформированности компетенции ПК-1**

(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 исключаящего ИЛИ заключается в том, что однослойный перцептрон 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 перцептрона
- б) сети Хэмминга
- в) многослойного перцептрона
- 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 проверяемой компетенции на высоком уровне, 7-8 баллов – на продвинутом уровне, 5-7 баллов – на пороговом уровне, менее 5 баллов – ниже порогового уровня.

## **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 компетенцией ПК-1.

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.

## **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**

• 0 Кодко 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
Профессиональные компетенции						
ПК-1	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.</p> <p><b>Уметь:</b> – интерпретировать задачи обработки данных для их решения с помощью нейросетевых методов, а также решать эти задачи.</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</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. Умение интерпретировать все основные задачи обработки данных для их решения с помощью нейросетевых методов, а также решать эти задачи.</p>

			<p><b>Владеть навыками:</b> – работы с популярными нейросетевыми пакетами.</p>		<p>задачи.</p> <p>4. Владение навыками работы с популярными нейросетевыми пакетами.</p>	<p>4. Владение навыками работы с популярными нейросетевыми пакетами и разработки нового нейросетевого программного обеспечения.</p>
--	--	--	--	--	---	---

### **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 «Математические модели искусственных нейросетей»

### Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Математические модели искусственных нейросетей – современная инновационная и междисциплинарная дисциплина. 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 из 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 сетевых компьютерных 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.