

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра компьютерных сетей

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИВТ

 Д.Ю. Чалый

«18» мая 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

«Математические модели искусственных нейросетей»

Направление подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

«Прикладная математика и информатика»

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Программа рассмотрена
на заседании кафедры
от 16 апреля 2021 г., протокол № 8

Программа одобрена НМК
факультета ИВТ
протокол № 7 от 17 мая 2021 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
Профессиональные компетенции		
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	Знать: –основные математические модели и архитектуры искусственных нейронных сетей; –прикладные задачи обработки данных, в которых могут использоваться 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.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач.ед., 108акад.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
			Контактная работа						Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Введение	7	3	10,8				6	
2	Персептроны	7	3	10,8		2		6	
3	Сети Хопфилда	7	3	10,8		1		6	
4	Сети Кохонена	7	3	10,8		2		6	
5	Нейросетевое программное обеспечение	7	6	10,8		2		4,8	
	Итоговая аттестация	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 исключаящего 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. ; Ярсл. 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. ; Ярсл. 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 исключающего 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**

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
Профессиональные компетенции						
ПК-1	Зачет	1 – 5	<p>Знать: –основные математические модели и архитектуры искусственных нейронных сетей; –прикладные задачи обработки данных, в которых могут использоваться нейронные сети.</p> <p>Уметь: – 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 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. Умение интерпретировать все основные задачи обработки данных для их решения с помощью нейросетевых методов, а также решать эти задачи.</p>

			Владеть навыками: – работы с популярными нейросетевыми пакетами.		4. Владение навыками работы с популярными нейросетевыми пакетами.	4. Владение навыками работы с популярными 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 «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 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.

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) – 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.

2. 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/пароллю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность» (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.