

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

---

Институт экономики и предпринимательства  
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от «30» ноября 2022 г. № 13

**Рабочая программа дисциплины**

---

Нейронные сети

*(наименование дисциплины (модуля))*

Уровень высшего образования

---

Магистратура

*(бакалавриат / магистратура / специалитет)*

Направление подготовки / специальность

09.04.03 «Прикладная информатика»

---

*(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)*

Направленность образовательной программы

Магистерская программа «Интернет-технологии в экономике»

---

*(указывается профиль / магистерская программа / специализация)*

Форма обучения

Очная, заочная

---

*(очная / очно-заочная / заочная)*

Нижегород

2023 год

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 «Нейронные сети» относится к части ООП направления подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика», формируемой участниками образовательных отношений.

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

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
<b>ПК-4</b> Способен формировать гибкую стратегию информатизации прикладных процессов на основе интеллектуальных информационных систем (ИИС), адаптирующихся к стратегии развития предприятий	<b>ПК-4.1.</b> Знает современные методы и средства прикладной информатики в условиях рисков и интеллектуальных информационных систем	Знать: современные методы и средства прикладной информатики в условиях рисков и ИИС Уметь: использовать средства информационных технологий при автоматизации задач в условиях рисков и ИИС Владеть: средствами информационных технологий при принятии проектных решений в условиях рисков и ИИС	тестирования, практические задания
	<b>ПК-4.2</b> Умеет использовать средства информационных технологий при автоматизации задач в условиях рисков и ИИС	Знать: состав подсистем ИИС Уметь: описывать структуру ИИС по видам обеспечения Владеть: навыками проектирования ИИС по видам обеспечения	тестирования, практические задания
	<b>ПК-4.3</b> Владеет средствами информационных технологий при принятии проектных решений в условиях рисков и ИИС	Знать: Современное программное обеспечение для проектирования ИИС Уметь: использовать современные инструментальные средства для проектирования ИИС Владеть: навыками использования прикладным программного обеспечения для проектирования ИИС	тестирования, практические задания
<b>ПК-8</b> Способен проектировать информационные процессы и системы с использованием инновационных инструментальных средств	<b>ПК-8.1.</b> Знать: методы обоснования актуальности и значимости избранного проекта в области	Знать: методы обоснования актуальности и значимости избранного проекта в области проектирования информационных систем Уметь: использовать информационные технологии для проектирования информационных процессов Владеть: навыками работы с современным компьютерным	тестирования, практические задания

		оборудованием при проектировании систем	
	<b>ПК-8.2</b> Уметь: использовать информационные технологии для проектирования информационных процессов	Знать: методы обоснования актуальности и значимости избранного проекта в области проектирования информационных систем Уметь: использовать информационные технологии для проектирования информационных процессов Владеть: навыками работы с современным компьютерным оборудованием при проектировании систем	тестирования, практические задания
	<b>ПК-8.3</b> Владеть: навыками работы с современным компьютерным оборудованием при проектировании систем	Знать: методы обоснования актуальности и значимости избранного проекта в области проектирования информационных систем Уметь: использовать информационные технологии для проектирования информационных процессов Владеть: навыками работы с современным компьютерным оборудованием при проектировании систем	тестирования, практические задания
<b>ПК-9</b> Способен руководить проектами по созданию и модернизации гибридных ИИС, базирующих на концепции системы, основанной на знаниях, и современных нейросетевых технологиях принятия решений	<b>ПК-9.1.</b> Знает методики технико-экономического обоснования проектных решений, основные виды технической документации на разработку ИИС	Знать: процессы сбора, передачи, обработки и накопления информации и знаний основы компьютерных технологий по работе с информацией и знаниями Уметь: использовать компьютерные технологии для процессов сбора, хранения, обработки и передачи информации и знаний Владеть: основными методами и средствами получения, хранения, переработки информации; навыками работы с компьютером как средством управления информацией и знаниями	тестирования, практические задания
	<b>ПК-9.2</b> Умеет проводить технико-экономические расчеты при обосновании проектных решений, составлять техническую документацию на	Знать: процессы сбора, передачи, обработки и накопления информации и знаний основы компьютерных технологий по работе с информацией и знаниями Уметь: использовать компьютерные технологии для процессов сбора, хранения, обработки и передачи информации и знаний Владеть: основными методами и сред	тестирования, практические задания

	<i>разработку ИИС</i>	<i>получения, хранения, переработки информации; навыками работы компьютером как средством управления информацией и знаниями</i>	
	<b>ПК-9.3</b> <i>Владеет навыками выполнения технико-экономического обоснования проектных решений, прикладным программным обеспечением для составления технической документации на разработку ИИС</i>	<i>Знать: процессы сбора, передачи, обработки и накопления информации и знаний основы компьютерных технологий по работе с информацией и знаниями</i> <i>Уметь: использовать компьютерные технологии для процессов сбора, хранения, обработки и передачи информации и знаний</i> <i>Владеть: основными методами и средствами получения, хранения, переработки информации; навыками работы компьютером как средством управления информацией и знаниями</i>	<i>тестирования, практические задания</i>

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма обучения</b>	<b>заочная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>6 ЗЕТ</b>	<b>6 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>216</b>	<b>216</b>
<b>в том числе</b>		
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	<b>34</b>	<b>20</b>
- занятия лекционного типа	<b>6</b>	<b>4</b>
- занятия семинарского типа	<b>26</b>	<b>14</b>
- КСРИФ	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>128</b>	<b>187</b>
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>	<b>54</b>	<b>9</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе								Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы									
			из них									
	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего								
Очная	Заочная	Очная	Заочная	Очная	Заочная	Очная	Заочная	Очная	Заочная	Очная	Заочная	
Тема1. Искусственный нейрон, типы связей в нейронных сетях	52	69	2	2	8	6	-	-	10	8	42	61
Тема2. Алгоритмы обучения нейронных сетей	53	66	2	1	9	4	-	-	11	5	42	61
Тема3. Программные продукты моделирования нейронных сетей	55	70	2	1	9	4	-	-	11	5	44	65
Итого	216	216	6	4	26	14	-	-	32	18	128	187

Практические занятия (семинарские занятия/лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

**Практическая подготовка** предусматривает решение прикладной практической задачи, связанной с синтезом искусственных нейронных сетей (ИНС) в программных продуктах моделирования ИНС в целях дальнейшего их использования для решения различных социально-экономических задач (по вариантам).

На проведение практических занятий (семинарских занятий) в форме **практической подготовки** отводится 26 часов в очной форме обучения, 14 часов при заочной форме обучения.

**Практическая подготовка** направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ООП (навыков решения типовых задач профессиональной деятельности **научно-исследовательского типа** (исследование прикладных и информационных процессов, использование и разработка методов формализации информационных процессов; анализ и обобщение результатов научно-исследовательской работы с использованием современных достижений науки и техники; анализ); **проектного типа** (определение стратегии использования ИКТ для создания ИС в прикладных областях, согласованной со стратегией развития организации; моделирование и проектирование прикладных и информационных процессов на основе современных технологий; разработка проектов информатизации предприятий и организаций в прикладной области в соответствии с профилем; адаптация и развитие прикладных ИС на всех стадиях жизненного цикла);

- компетенций: **ПК-4, ПК-8, ПК-9**

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий лабораторного типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме - экзамен, включающий ответы на вопросы по программе дисциплины.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Цель самостоятельной работы - формирование навыков непрерывного самообразования и профессионального совершенствования.

Самостоятельная работа способствует формированию аналитического и творческого мышления, совершенствует способы организации исследовательской деятельности, воспитывает целеустремленность, системность и последовательность в работе студентов, развивает у них навык завершать начатую работу.

Основные виды самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой;
- изучение категориального аппарата дисциплины;
- самостоятельное изучение тем дисциплины;
- подготовка докладов-презентаций;
- подготовка к экзамену;
- работа в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети интернет.

##### **Работа с основной и дополнительной литературой**

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к научным монографиям и материалам периодических изданий. Работа с литературой предусматривает конспектирование наиболее актуальных и познавательных материалов. Это не только мобилизует внимание, но и способствует более глубокому осмыслению материала, его лучшему запоминанию, а также позволяет студентам проводить систематизацию и сравнительный анализ изучаемой информации. Таким образом, конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, которая требует от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую литературу для учебной и научной работы, уметь обращаться с предметными каталогами и библиографическим справочником библиотеки.

##### **Изучение категориального аппарата дисциплины**

Изучение и осмысление экономических категорий требует проработки лекционного материала, выполнения практических заданий, изучение словарей, энциклопедий, справочников.

Индивидуальная самостоятельная работа студента направлена на овладение и грамотное применение экономической терминологии в области компьютерного моделирования.

##### **Самостоятельное изучение тем дисциплины**

Особое место отводится самостоятельной проработке студентами отдельных разделов и тем изучаемой дисциплины. Такой подход вырабатывает у студентов инициативу, стремление к увеличению объема знаний, умений и навыков, всестороннего овладения способами и приемами профессиональной деятельности.

Изучение вопросов определенной темы направлено на более глубокое усвоение основных категорий экономической теории, понимание экономических процессов, происходящих в обществе, совершенствование навыка анализа теоретического и эмпирического материала.

### Подготовка докладов-презентаций

Написание докладов и подготовка презентации позволяет студентам глубже изучить темы курса, самостоятельно освоить изучаемый материал, пользуясь учебными пособиями и научными работами. Тема реферата может назначаться преподавателем или инициироваться студентом.

### Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проходит в виде экзамена и предусматривает оценку. Условием успешного прохождения промежуточной аттестации является систематическая работа студента в течение семестра. В этом случае подготовка к экзамену является систематизацией всех полученных знаний по данной дисциплине.

Рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену, а также использовать в процессе обучения программу, учебно-методический комплекс, другие методические материалы.

Желательно спланировать троекратный просмотр материала перед экзаменом. Во-первых, внимательное чтение с осмыслением, подчеркиванием и составлением краткого плана ответа. Во-вторых, повторная проработка наиболее сложных вопросов. В-третьих, быстрый просмотр материала или планов ответов для его систематизации в памяти.

### Самостоятельная работа в библиотеке

Важным аспектом самостоятельной подготовки студентов является работа с библиотечным фондом.

Эта работа предполагает различные варианты повышения профессионального уровня студентов:

- а) получение книг для подробного изучения в течение семестра на научном абонементе;
- б) изучение книг, журналов, газет - в читальном зале;
- в) возможность поиска необходимого материала посредством электронного каталога;
- г) получение необходимых сведений об источниках информации у сотрудников библиотеки.

### Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам. Необходимо помнить об оформлении ссылок на Интернет-источники.

Для повышения эффективности самостоятельной работы студентов преподавателю целесообразно использовать следующие виды деятельности:

- консультации,
- выдача заданий на самостоятельную работу,
- информационное обеспечение обучения,
- контроль качества самостоятельной работы студентов.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс «Нейронные сети» <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=4407>, созданный в системе электронного обучения ННГУ - <https://e-learning.unn.ru/> и в системе открытых онлайн-курсов – Moodle.

**5.Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

**5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала.  Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.  Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки  при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки  при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки  при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач



### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

#### 5.2.1 Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
1. Понятие искусственной нейронной сети. История развития исследований в этой области.	ПК-4
2. Уровни реализации искусственных нейронных сетей. Нейрокомпьютер. Сравнение архитектуры нейрокомпьютера и архитектуры фон-Неймана.	ПК-4
3. Задачи, решаемые искусственными нейронными сетями.	ПК-4
4. Области применения искусственных нейронных сетей.	ПК-4
5. Структура и свойства искусственного нейрона.	ПК-8
6. Классификация нейронных сетей и их свойства.	ПК-8
7. Полносвязные сети прямого распространения. Оценка числа нейронов в скрытых слоях однородных нейронных сетей.	ПК-8

8. Обучение нейронной сети. Схема процесса обучения. Качество обучения.	ПК-8
9. Обучение с учителем. Алгоритм обратного распространения ошибки.	ПК-8
10. Обучение без учителя. Алгоритм Хебба.	ПК-8
11. Настройка числа нейронов в скрытых слоях многослойных нейронных сетей в процессе обучения.	ПК-9
12. Применение обученной нейронной сети.	ПК-9
13. Модели ассоциативной памяти.	ПК-9
14. Персептрон. Проблема «исключающего ИЛИ».	ПК-9
15. Нейронные сети с обратными связями. Сеть Хопфилда. Проблема устойчивости сетей с обратными связями.	ПК-9
16. Нейронные сети с обратными связями. Сеть Хемминга.	ПК-9
17. Когнитрон. Возбуждающие и тормозящие нейроны.	ПК-9
18. Неокогнитрон. Плоскости простых и сложных нейронов.	ПК-9
19. Программы, моделирующие работу нейронных сетей. Основные этапы решения задачи с применением нейропакета.	ПК-9
20. Постановка задачи классификации. Задача об ирисах Фишера.	ПК-9

### 5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции

#### Тесты для оценки компетенций ПК – 4

##### 1. Интеллектуальными называют технологии, обеспечивающие...

- А. реализацию некоторых возможностей человеческого мозга;
- Б. математическое моделирование;
- В. информационное моделирование.

##### 2. Интеллектуальные информационные системы служат для...

- А. моделирования сложных проблем;
- Б. копирования деятельности человека;
- В. создания роботов.

##### 3. Знания – это...

- А. факты;
- Б. закономерности;
- В. секретная информация.

##### 4. Знания отличаются от данных...

- А. количеством;
- Б. способом представления;
- В. достоверностью.

##### 5. Частично структурированные задачи...

- А. решаются с помощью типовых математических моделей;
- Б. подходят для создания интеллектуальных систем;
- В. являются узкоспециализированными.

#### Тесты для оценки компетенций ПК – 8

##### 11. Программа, моделирующая ход рассуждений эксперта, называется...

- А. семантикой;
- Б. системой объяснений;
- В. машиной логического вывода.

**12. Фрейм – это...**

- А. способ заполнения базы знаний;
- Б. ориентированный граф;
- В. формализованная модель стереотипа восприятия и поведения.

**13. От предметного эксперта зависит...**

- А. выработка альтернативных решений;
- Б. уровень компетенции базы знаний;
- В. успех разработки программного обеспечения.

**14. Процесс наполнения базы знаний с использованием специализированных программных средств называется...**

- А. актуализация знаний;
- Б. приобретение знаний;
- В. экспертное моделирование.

**15. Прототип экспертной системы, надежно решающий все задачи на реальных примерах, называется...**

- А. действующим;
- Б. демонстрационным;
- В. доработанным.

**Тесты для оценки компетенций ПК – 9**

**16. Неформальное описание основных понятий предметной области и связей между ними называется...**

- А. формализованной моделью знаний;
- Б. формированием знаний;
- В. полем знаний.

**17. Нейронные сети моделируют...**

- А. ход рассуждений эксперта;
- Б. биологические процессы человеческого мозга;
- В. связи между различными понятиями.

**18. Самообучающиеся системы...**

- А. моделируют предметную область;
- Б. распознают новый образ, сравнивая его с уже имеющимися;
- В. находят способ управления при изменении условий.

**19. Основная область применения нейрокомпьютеров...**

- А. моделирование структур нейронов;
- Б. создание распределенных систем обработки данных;
- В. задачи распознавания и классификации образов.

**20. В экономике знаний определяющими являются...**

- А. нематериальные активы;
- Б. материальные активы;
- В. активы, связанные с недвижимостью.

**5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции**

**Задачи для оценки компетенции «ПК- 4»**

**1.** Построить нейронную сеть для решения логической задачи: распознавание значений функций булевских переменных. На входе две булевские переменные, на выходе функции И, ИЛИ.

**Задачи для оценки компетенции «ПК-8»**

1. Задача классификации. Пояснить анализ влияния выбранных характеристик на решение.
2. Задача классификации. Особенности моделирования выходного слоя нейронов.
3. Задача классификации. Как найти оптимальной конфигурации нейронной сети?

#### 4. Задача классификации. Как провести анализ результатов опроса нейронной сети?

#### Задачи для оценки компетенции «ПК-9»

1. Построить нейронную сеть для *задачи прогнозирования результатов выборов американского президента* и рассчитать оценку числа нейронов в скрытых слоях, если в обучающей выборке 30 примеров. Входные параметры: ответы на 12 вопросов. Выходные параметры: класс 1 – выбран кандидат правой партии; класс 2 – кандидат оппозиционной партии.

2. Построить нейронную сеть для задачи *«Выявление показателей, влияющих на валовую прибыль предприятия»* и рассчитать оценку числа нейронов в скрытых слоях, если в обучающей выборке 12 примеров. Входные параметры: объем реализации; затраты на материалы; объем заработной платы; численность рабочих; производительность; рентабельность; курс доллара. Выходные параметры: валовая прибыль.

#### 5.2.4. Комплексное практическое задание для осуществления практической подготовки по компетенции ПК-4

Основной сложностью организации процесса изучения ИНС в магистратуре является разный уровень подготовленности студентов, которые заканчивали бакалавриат не только по направлениям «Прикладная информатика» или «Бизнес-информатика», но по специальностям «Экономика», «Маркетинг» и другим. Исходя из данной объективной ситуации, практические занятия в рамках практической подготовки строятся по следующей схеме.

В начале, организуется обсуждение понятия «нейронные сети», выясняется, что это такое, какие они бывают и для решения каких прикладных задач применяются. В процессе этой дискуссии высвечивается уровень и набор компетенций каждого студента группы по данному предмету, выясняются квалификации, которые они имеют. После завершения первичного «мозгового штурма» формируются команды, причем их состав предпочтительно сформировать таким образом, чтобы в каждую бригаду вошли студенты с разным уровнем и направленностью знаний и умений. Для примера, в одну команду можно объединить специалиста по прикладной информатике, который уже знаком с ИНС и работал с ними, экономиста (финансиста, бухгалтера) и маркетолога. В дальнейшем работая совместно по синтезу и применению нейросетей для решения конкретных социально-экономических задач, они будут обмениваться своими знаниями и умениями, повышая, тем самым, уровень необходимых компетенций всех участников.

Каждая бригада получает первое задание по обзору научных статей, изучающих применение ИНС для решения социально-экономических задач. Предпочтительно рассмотрение работ, опубликованных в рецензируемых журналах списка ВАК РФ за последние десять лет. Команда должна представить к следующему занятию презентацию, в которой необходимо разобрать статьи по следующей схеме:

- библиографические сведения об источнике в соответствии с государственным стандартом;
- тип задачи, которую решают с применением ИНС;
- вид сети, который используется;
- входные параметры нейросети;
- выходные параметры ИНС;
- программная реализация сети (пакет или язык).

Количество статей выбирается из расчета три источника на студента. Для примера разберём работу [Трифонов Ю.В., Скибин А.Г. Стратегический анализ и оценка уровня конкурентоспособности нефтяных компаний // Вестник Нижегородского университета им.

Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки, 2018, №2 (50), с.31-39] (студенты делают это более подробно и с иллюстрациями):

- библиографические сведения приведены выше;
- тип задачи – кластеризация компаний нефтяной отрасли и их последующая классификация с учителем;
- вид сети для решения задачи кластеризации – сеть Кохонена;
- вид сети для решения задачи классификации – многослойный перцептрон;
- входные параметры сетей – 42 показателя, характеризующих уровень конкурентоспособности компании (полный список можно найти в статье);
- выходные переменные сетей – 5 уровней конкурентоспособности (группы А, В, С, D, E);
- программная реализация сетей – пакет Statistica.

В результате выполнения этого задания студенты формируют список типовых задач, для решения которых используются ИНС: кластеризация, классификация, прогнозирование, моделирование, распознавание образов и так далее. Кроме этого, параллельно выясняются типы сетей, которые применялись. Именно их изучению посвящено следующее занятие.

Каждая команда получает задание по подготовке презентаций о конкретном виде ИНС. В это время студенты разбираются со структурой искусственных нейронов, с типами связей в нейронных сетях, с алгоритмами обучения или самоорганизации различных ИНС (наиболее часто в рассмотренных статьях применялись многослойные перцептроны, радиально-базисные сети, сети и карты Кохонена, сверточные сети и обобщенно-регрессионные сети).

Во время доклада на следующем занятии участники команды рассказывают об особенностях той конкретной сети, которая была выбрана ими в качестве темы презентации. Если идет обсуждение многослойного перцептрона, то обязательно затрагивается структура отдельного искусственного нейрона, возможные виды его функции активации, структура отдельного слоя и всей сети, направленность связей между нейронами. Определяется место перцептрона в общей классификации сетей. Также в их выступлении должны быть рассмотрены вопросы синтеза подобной ИНС (чем определяется и от чего зависит количество слоёв сети, число нейронов входного, выходного и скрытых слоёв и т.д.). Обязательно подробно обсуждается технология обучения перцептрона на примере данных той статьи, где он применялся. В заключение приводятся результаты тестирования ИНС, имеющиеся в первоисточнике, и виды социально-экономических задач, для решения которых целесообразно использовать многослойный перцептрон.

Если командой рассматривается сеть Кохонена, то в обязательном порядке студенты рассказывают об особенностях архитектуры данной ИНС, о её месте в общей схеме классификации нейросетей, об алгоритме её самоорганизации и критериях близости исследуемых объектов, также касаются вопросов синтеза такой системы (от чего зависит и чем определяется количество нейронов входного и выходного слоёв). Подробно обсуждается технология работы с сетью, использованная в изученных источниках (работа продолжается с теми же статьями, отобранными при выполнении первого задания). В заключение фиксируются типы задач, для решения которых применима рассмотренная сеть.

В результате выполнения этих двух заданий студенты представляют:

- набор прикладных задач, для решения которых целесообразно использовать ИНС;
- набор типичных нейросетей, которые используются для решения социально-экономических задач;
- структуру искусственного нейрона;
- архитектуры основных ИНС и типы связей в них;
- ключевые моменты синтеза сетей;
- основные алгоритмы обучения и самоорганизации ИНС;

- набор программных продуктов, позволяющих моделировать нейросетевые системы.

На последующих занятиях каждая бригада получает по два конкретных практических задания на построение сети Кохонена и многослойного перцептрона. Эти учебные задачи формулируются (и решаются) по образу и подобию проблем, рассмотренных в упомянутых ранее статьях. В качестве примера рассмотрим цитированную выше работу [Трифонов Ю.В., Скибин А.Г. Стратегический анализ и оценка уровня конкурентоспособности нефтяных компаний // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки, 2018, №2 (50), с.31-39], в которой исследуется нефтедобывающая отрасль РФ. Основываясь на ней, одной из студенческих команд группы предлагается провести стратегический анализ и оценку уровня конкурентоспособности компаний (N штук) нефтехимической (металлургической, автомобилестроительной или какой-либо другой) отрасли. Необходимо разработать набор параметров (M штук), характеризующий каждую компанию сектора с точки зрения конкурентоспособности, найти значения этих параметров за три полных последних года, используя годовые отчеты компаний, и сформировать файл в MS EXCEL, в котором количество строк определяется числом N, умноженным на 3 (года), а количество столбцов – M. Каждая строка этого файла должна представлять собой набор значений параметров, описывающих компанию в одном отдельно взятом году, например, Компания N (2018); Параметр 1; Параметр 2; ...; Параметр M. Этот массив данных используется в дальнейшем для синтеза нейросетей, указанного типа.

При выполнении студентами этого задания основная часть времени (до 80%) затрачивается на подготовку файла с исходными данными, что отражает фактические расходы времени по этапам синтеза ИНС. На этой стадии определения набора параметров и поиска их достоверных значений востребованы разнообразные компетенции всех участников команды, поскольку искомые показатели должны описывать компании с производственной, финансово-экономической, инновационной и других точек зрения. Формируя требуемый массив данных, студенты обсуждают его структуру, состав характеристик, планируют предстоящий синтез нейросети. При этом они обмениваются своими знаниями и компетенциями в данной области, взаимно обогащая друг друга.

После создания файла с массивом исходных данных команда приступает к синтезу ИНС. Для моделирования этого процесса используются пакеты DEDUCTOR (академическая версия, которой оснащены все компьютерные классы ИЭП) или Statistica (оснащен один компьютерный класс) в зависимости от того, в какой аудитории проходит практика по расписанию занятий. Рассмотрим порядок синтеза сетей на примере последней программы.

Последовательность анализа с использованием сети Кохонена:

- импорт подготовленных данных из файла MS EXCEL;
- выбор входных переменных (M штук);
- последовательный перебор сетей с числом выходных переменных равным 2, 3 и т.д.;
- контроль ошибки обучения и количества «пустых» кластеров для каждой исследуемой сети (анализ идет до тех пор, пока ошибка не стабилизируется на минимальном уровне и не появятся «пустые» секторы топологической карты);
- выбор сети с минимальной ошибкой обучения при отсутствии «пустых» кластеров.

Проведенный анализ в качестве результата дает распределение компаний отрасли, взятых за каждый отдельный год, по уровням конкурентоспособности. Количество уровней задает выбранная сеть, параметры которой необходимо зафиксировать и представить в заключительном отчете преподавателю. Данные по проведенной кластеризации заносятся в файл MS EXCEL дополнительным столбцом и используются далее для обучения многослойного перцептрона.

Последовательность синтеза многослойного перцептрона в программе Statistica:

- импорт подготовленных данных из файла MS EXCEL;

- выбор входных переменных (М штук);
- выбор выходной переменной (добавленный столбец уровней конкурентоспособности);
- выбор соотношения между обучающим и тестирующим подмножествами (например, на обучение 80% строк файла данных, а на тестирование – 20%);
- выбор диапазона характеристик и количества синтезируемых сетей (программа позволяет конструировать несколько сетей одновременно и выбрать пять лучших перцептронов в итоге);
- выбор оптимальной сети из пяти лучших, полученных в результате синтеза (выбирается ИНС с минимальными ошибками обучения и тестирования, а при наличии сетей с равными ошибками предпочтение отдается сети с минимальной конфигурацией).

Параметры разработанного перцептрона фиксируются и заносятся в итоговый отчет преподавателю. Синтезированную сеть можно использовать для анализа конкурентоспособности компании данной отрасли. Если компания не является лидером отрасли, то можно подобрать такие значения ее показателей на входе сети, при которых её конкурентоспособность возрастет. Такая информация может помочь руководству предприятия в процессе принятия стратегических и тактических решений. В этом состоит практическая значимость проведенного нейросетевого анализа.

В результате выполнения двух последних заданий студенты получают навыки подготовки массивов исходных данных и овладевают методиками синтеза двух разнотипных ИНС.

Представленная система проведения практических занятий по курсу «Нейронные сети» позволяет эффективно обучать студентов с разным уровнем начальной подготовки, повышая необходимый уровень их профессиональных компетенций, и достигать планируемые результаты обучения.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Данилов, В. В. Нейронные сети : учебное пособие / В. В. Данилов. — Донецк : ДонНУ, 2020. — 158 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179953>.
2. Горбаченко, В. И. Интеллектуальные системы: нечеткие системы и сети : учебное пособие для вузов / В. И. Горбаченко, Б. С. Ахметов, О. Ю. Кузнецова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 105 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08359-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/514580> (дата обращения: 18.02.2023).
3. Остроух, А. В. Интеллектуальные информационные системы и технологии : монография / А. В. Остроух, А. Б. Николаев. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-3409-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115518>;
4. Остроух А.В., Суркова Н.Е. Системы искусственного интеллекта: Монография. — СПб.: Издательство «Лань», 2019. — 228 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/113401/#>;

### **б) дополнительная литература:**

1. Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / В. С. Ростовцев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-

7462-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160142>.

2. Данилов, В. В. Проектирование искусственных нейронных сетей : методические указания / В. В. Данилов. — Донецк : ДонНУ, 2020. — 133 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179954>.

3. Основы теории нейронных сетей – <https://www.intuit.ru/studies/courses/88/88/info>

в) программное обеспечение и интернет ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

1. Инструментальные средства компьютерного моделирования Scilab.

2. Аналитический пакет Deductor Academic.

3. Аналитический пакет Statistica.

4. Инструментальные средства Excel.

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Терминал-класс с компьютерами, подключенными к сети Интернет

Специальные помещения представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие примерным программам дисциплин (модулей), рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

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

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС ВО по направлению 09.04.03 «Прикладная информатика».

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института экономики и предпринимательства от 14 ноября 2022 года, протокол № 6.

Авторы:

д.э.н., профессор \_\_\_\_\_ Ю.В. Трифонов

к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ А.Л. Сочков

Рецензент: к.э.н., ст. специалист отдела

электронных платежей департамента

информатизации ПАО «НБД - банк» \_\_\_\_\_ А.Н. Визгунов

Заведующий кафедрой д.э.н., профессор \_\_\_\_\_ Ю.В. Трифонов