

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

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол № 11 от 25.12.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Нейронные сети

---

Уровень высшего образования  
Магистратура

---

Направление подготовки / специальность  
09.04.03 - Прикладная информатика

---

Направленность образовательной программы  
Информационные технологии и искусственный интеллект в экономике

---

Форма обучения  
очная, заочная

---

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 Нейронные сети относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-4: Способен формировать гибкую стратегию информатизации прикладных процессов на основе интеллектуальных информационных систем (ИИС), адаптирующихся к стратегии развития предприятий	<p>ПК-4.1: Демонстрирует знание базовых принципов организации и основных этапов проектирования ИИС, базирующихся на моделях и методах искусственного интеллекта</p> <p>ПК-4.2: Демонстрирует умение применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области с учетом перспектив ее развития</p> <p>ПК-4.3: Имеет опыт проектирования конкретной ИИС (оболочки ИИС, способной через формализм базы знаний адаптироваться к конкретным условиям применения)</p>	<p>ПК-4.1:</p> <p>Знать: современные методы и средства прикладной информатики в условиях рисков и ИИС</p> <p>Уметь: использовать средства информационных технологий при автоматизации задач в условиях рисков и ИИС</p> <p>Владеть: средствами информационных технологий при принятии проектных решений в условиях рисков и ИИС</p> <p>ПК-4.2:</p> <p>Знать: состав подсистем ИИС</p> <p>Уметь: описывать структуру ИИС по видам обеспечения</p> <p>Владеть: навыками проектирования ИИС по видам обеспечения</p> <p>ПК-4.3:</p> <p>Знать: Современное программное обеспечение для проектирования ИИС</p> <p>Уметь: использовать современные инструментальные средства для проектирования ИИС</p> <p>Владеть: навыками использования прикладным программного обеспечения для проектирования ИИС</p>	Тест Задания	Экзамен: Практическое задание Контрольные вопросы

ПК-8: Способен проектировать информационные процессы и системы с использованием инновационных инструментальных средств	<p>ПК-8.1: Демонстрирует знание современных технологий проектирования информационных процессов и систем</p> <p>ПК-8.2: Демонстрирует умение применять инновационные инструментальные средства при проектировании информационных процессов и систем</p> <p>ПК-8.3: Имеет практический опыт проектирования информационных процессов и систем с использованием инновационных инструментальных средств</p>	<p>ПК-8.1:</p> <p>Знать: методы обоснования актуальности и значимости избранного проекта в области проектирования информационных систем</p> <p>Уметь: использовать информационные технологии для проектирования информационных процессов</p> <p>Владеть: навыками работы с современным компьютерным</p> <p>ПК-8.2:</p> <p>Знать: методы обоснования актуальности и значимости избранного проекта в области проектирования информационных систем</p> <p>Уметь: использовать информационные технологии для проектирования информационных процессов</p> <p>Владеть: навыками работы с современным компьютерным оборудованием при проектировании систем</p> <p>ПК-8.3:</p> <p>Знать: методы обоснования актуальности и значимости избранного проекта в области проектирования информационных систем</p> <p>Уметь: использовать информационные технологии для проектирования информационных процессов</p> <p>Владеть: навыками работы с современным компьютерным оборудованием при проектировании систем</p>	Тест Задания	Экзамен: Практическое задание Контрольные вопросы
ПК-9: Способен руководить проектами по созданию и модернизации гибридных ИИС, базирующихся на концепции системы, основанной на	ПК-9.1: Демонстрирует знание базовых принципов концепции системы, основанной на знаниях, и нейросетевой парадигмы принятия решений при планировании проектов гибридных ИИС	<p>ПК-9.1:</p> <p>Знать: процессы сбора, передачи, обработки и накопления информации и знаний основы компьютерных технологий по работе с информацией и знаниями</p> <p>Уметь: использовать</p>	Тест Задания	Экзамен: Практическое задание Контрольные вопросы

<p>знаниях, и современных нейросетевых технологиях принятия решений</p>	<p>ПК-9.2: Демонстрирует умение организовать командный подход к созданию и модернизации гибридных ИИС</p> <p>ПК-9.3: Имеет опыт разработки в команде конкретного проекта по созданию оболочки гибридной ИИС</p>	<p>компьютерные технологии для процессов сбора, хранения, обработки и передачи информации и знаний</p> <p>Владеть: основными методами и средствами получения, хранения, переработки информации; навыками работы с компьютером как средством управления информацией и знаниями</p> <p>ПК-9.2:</p> <p>Знать: процессы сбора, передачи, обработки и накопления информации и знаний основы компьютерных технологий по работе с информацией и знаниями</p> <p>Уметь: использовать компьютерные технологии для процессов сбора, хранения, обработки и передачи информации и знаний</p> <p>Владеть: основными методами и сред получения, хранения, передачи информации; навыками работ компьютером как средством управления информацией и знаниями</p> <p>ПК-9.3:</p> <p>Знать: процессы сбора, передачи, обработки и накопления информации и знаний основы компьютерных технологий по работе с информацией и знаниями</p> <p>Уметь: использовать компьютерные технологии для процессов сбора, хранения, обработки и передачи информации и знаний</p> <p>Владеть: основными методами и сред получения, хранения, передачи информации; навыками работ с компьютером как средством управления информацией и знаниями</p>		
---	---	---	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	заочная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>216</b>	<b>216</b>
в том числе		
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>		
- занятия лекционного типа	16	4
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	48	14
- КСР	2	2
<b>самостоятельная работа</b>	<b>96</b>	<b>187</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>54</b> <b>Экзамен</b>	<b>9</b> <b>Экзамен</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе							
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы	
	0 Ф 0	3 Ф 0	0 Ф 0	3 Ф 0	0 Ф 0	3 Ф 0	0 Ф 0	3 Ф 0	0 Ф 0	3 Ф 0
Тема 1. Искусственный нейрон, типы связей в нейронных сетях	54	70	6	2	16	6	22	8	32	62
Тема 2. Алгоритмы обучения нейронных сетей	54	67	6	1	16	4	22	5	32	62
Тема 3. Программные продукты моделирования нейронных сетей	52	68	4	1	16	4	20	5	32	63
Аттестация	54	9								
КСР	2	2							2	2
Итого	216	216	16	4	48	14	66	20	96	187

#### Содержание разделов и тем дисциплины

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 научноисследовательской 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**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

Нейронные сети, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=4407>.

Иные учебно-методические материалы:

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 научноисследовательской 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 Интернетисточники.

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 текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

**5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

**5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции 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.

### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции 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.

### **5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции 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.

### **Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	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	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно» или «плохо».

### **5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-4:**

#### **Общая характеристика нейронных сетей и краткая история их развития**

Искусственная нейронная сеть - это вычислительная система, обладающая возможностью к самообучению, со временем улучшающая свою работоспособность. Строение нейронной сети описывается следующими основными элементами:

- Искусственные нейроны, которые являются элементарными и взаимосвязанными единицами.
- Синапс – это связь, необходимая для передачи или принятия информации между другими нейронами.
- Сигнал – данные, которые подлежат отправке.

Сфера деятельности искусственных нейронных сетей ежегодно расширяется и сегодня можно увидеть, что они применяются в таких областях как:

- Машинное обучение, являющееся своего рода искусственным интеллектом, основанный на обучении ИИ на примере миллионов однотипных задач. Машинное обучение в настоящее время динамично реализует поисковые системы Гугл, Яндекс, Бинг. В результате обильных поисковых запросов, вводимых в Гугл каждый день, их алгоритмы учатся показывать нам наиболее подходящую информацию для более комфортного поиска.
- В робототехнике нейронные сети используются для разработки многих алгоритмов предназначенных для железных «мозгов» роботов.
- Архитекторы компьютерных систем используют нейронные сети для решения многочисленных задач параллельных вычислений.
- Используя нейронные сети, математики могут решать различные непростые математические проблемы.

### **Описание задачи классификации**

Задача классификации — это такая задача, в которой имеется какое-то множество **объектов**, которые в первую очередь были разделены некоторым образом на **классы**. Часть из этого множество называется выборкой. К какому классу принадлежит другая часть множества неизвестно. Необходимо составить алгоритм, у которого будет возможность классифицировать произвольный объект, взятый из исходного множества.

Классифицировать объект означает, указать определенный класс, к которому принадлежит данный объект. Классификацией объекта называется обозначение номера или наименования класса, который выдается алгоритмом классификации в результате его применения к данному конкретному объекту.

В данном примере наименование задачи классификации представлена следующим образом: моделирование нейронной сети для классификации исследуемых объектов, в нашем случае мультимедиа.

Целью решения нашей задачи является распределение объектов по классам для сокращения времени на принятие решения о выборе наиболее подходящей мультимедиа.

### **Имитирование работы искусственной нейронной сети в среде Excel**

#### **Постановка конкретной задачи классификации.**

Некоторому покупателю необходимо приобрести мультиварку из предложенных вариантов. По своим личным предпочтениям он отобрал шесть мультиварок, которые показались ему более подходящими исходя из соответствующих характеристик. К таким характеристикам относятся: мощность, объем чаши, высота, вес, цена, цвет корпуса и производитель. Требуется определить наиболее подходящую мультиварку для покупателя, опираясь на результат, который искусственная нейронная сеть в процессе работы посчитала оптимальным.

Описание входной и выходной информации.

Характеристики, необходимые для описания объектов, в нашем случае мультиварок(таблица1):

Таблица 1

Характеристика	Тип
Мощность (вт)	Количественный
Объем чаши (л)	Количественный
Высота (см)	Количественный
Вес (кг)	Количественный
Цена (руб)	Количественный
Цвет корпуса	Качественный
Страна-изготовитель	Качественный

Список наших объектов(мультиварок) с их числовыми значения характеристик.

Полный список приведен в приложении на рис 1. Входные данные объектов 1.

Для работы с искусственными нейронными сетями необходимо преобразовать все качественные характеристики в числовые. Для этого нам понадобится 10 бальная шкала оценок, где 10- самый востребованный тип характеристики объекта, а 1- самый невостребованный. Оценки для наших характеристик ставятся исходя из личных предпочтений.

Рис.2 Замена текстового представления качественных характеристик.

Выходной информацией в нашей задаче являются классы.

Классы распределения:

- Класс 1 – наиболее приемлемый (благоприятный)
- Класс 2 – средне приемлемый
- Класс 3 – слабо приемлемый

Числовая информация: числовые значения классов распределения:

- 1 – принадлежность к классу
- 0 – непринадлежность к классу

Выходная информация отображается в диалоговом окне программы, моделирующей нейронную сеть.

Информация в двоичном представлении (1 – принадлежит классу, 0 – не принадлежит классу).

В нашем случае структурной единицей информации является каждая отдельная характеристика мультиварки (так как структурной единицей информации в Excel – ячейка).

При выполнении работы в Excel и других программных средах способов контроля выходной информации нет.

Характеристики и принадлежность к различным классам объектов, выбранных для обучения, находится в приложении на Рис.3. Обучение объектов.

Характеристики объектов (без указания классов), выбранных для проверки работы нейронной сети находится в приложении на Рис.4. Опрос объектов.

### **Описание алгоритма решения задачи в Excel**

Рассмотрим детально алгоритм для имитирования работы искусственной нейронной сети в среде Excel.

Величину, показывающую степень важности, весомости одних элементов задачи принятия решений перед другими, будем называть приоритетом.

Способы расстановки приоритетов:

- Составили перечень характеристик объектов, для которых хотим определить приоритеты. Выбрали шкалу баллов, например 10-балльную шкалу, и расставили баллы для характеристик из перечня, полагая, что чем важнее характеристика, тем большим числом баллов будет оцениваться ее приоритет.
- Сложили все баллы, которые мы расставили по данному перечню характеристик, и разделили каждую оценку в баллах важности характеристик решения на эту сумму.

## Коэффициент приоритета

- Отображение натуральных значений характеристик в диапазоне значений от 0 до 1. Обычно это делается с помощью некоторой функции, принимающей значения от 0 до 1. Самый простой вариант такой функции - линейная.
- $x_1$  - наименьшее значение исходной характеристики
- $y_1$  - соответствующее  $x_1$  нормированное значение, т.е. значение из диапазона  $(0;1]$
- $x_2$  - наибольшее значение исходной характеристики
- $y_2$  - соответствующее  $x_2$  нормированное значение, т.е. значение из диапазона  $(0;1]$
- $x$  - любое исходное значение характеристики
- $y$  - соответствующее  $x$  нормированное значение, которое мы хотим определить.
- Характеристики, которые были заданы баллами, рассчитываем по формуле:
- $Z = \text{балл}/10$

Оптимальным называется такой вариант решения, который в рамках ограничений ресурсов и времени решения обеспечивает наилучшее значение некоторого критерия оценки решения.

Оптимальным по правилу взвешенной суммы называется вариант, который обеспечивает максимум суммы произведений коэффициентов приоритета характеристик  $a_i$  на логические функции требований  $\mu(x_i)$ , т. е. обеспечивает

Оптимальным по правилу взвешенного произведения называется вариант, в котором среди всех имеющихся вариантов обеспечивается максимум произведения коэффициентов приоритета характеристик  $a_i$ , на логические функции требований  $\mu(x_i)$ , т. е. обеспечивается

, где  $\Pi$ - произведение логических функций  $\mu(x_i)$  в степени  $a_i$ .

Идеалом или эталоном называется несуществующий в действительности вариант, составленный из лучших значений характеристик.

Так как лучшим значениям характеристик соответствуют наибольшие значения логических функций  $\mu(x_i)$ , которые для сокращения записи обозначим как  $\mu_{ij}$ , где индекс  $i$  соответствует номеру характеристики, а индекс  $j$  соответствует номеру варианта, то «идеальный» вариант есть: .Оптимальным по правилу близости к

идеалу называется вариант, у которого расстояние в пространстве координат до идеала среди всех рассматриваемых вариантов минимально. Формула:

С помощью функции РАНГ в Excel ранжируем мультиварки. Это необходимо при решении всеми тремя методами. После этого находим среднее арифметическое всех методов и опять их ранжируем. В результате исходя из полученных рангов (ранг – это величина числа относительно других значений) определяем классы объектов:

- 1-12 класс 1
- 13- 24 класс 2
- 25 – 35 класс 3

Конечное решение зависит от исходных значений характеристик и расставленных приоритетов. В зависимости от этих данных получились выходные данные, позволившие разделить все наши элементы на 3 класса, что способствует правильности выбора нужной нам мультиварки.

- класс1 - наиболее приемлемый (благоприятный)
- класс2 - средне приемлемый
- класс3 - слабо приемлемый

Результат работы, проделанной с помощью этого алгоритма в среде Excel для классифицирования 6 моделей мультиварок, выбранных для опроса, представлен на Рис.5

Рис.5. Классификация объектов (мультиварок) в среде Excel

## **Имитирование работы искусственной нейронной сети в среде Excel**

### **3.1 Постановка конкретной задачи классификации.**

Некоторому покупателю необходимо приобрести мультиварку из предложенных вариантов. По своим личным предпочтениям он отобрал шесть мультиварок, которые показались ему более подходящими исходя из соответствующих характеристик. К таким характеристикам относятся: мощность, объем чаши, высота, вес, цена, цвет корпуса и производитель. Требуется определить наиболее подходящую мультиварку для покупателя, опираясь на результат, который искусственная нейронная сеть в процессе работы посчитала оптимальным.

### 3.2 Описание входной и выходной информации.

Характеристики, необходимые для описания объектов, в нашем случае мультиварок(таблица1):

Таблица 1

Характеристика	Тип
Мощность (вт)	Количественный
Объем чаши (л)	Количественный
Высота (см)	Количественный
Вес (кг)	Количественный
Цена (руб)	Количественный
Цвет корпуса	Качественный
Страна-изготовитель	Качественный

Список наших объектов(мультиварок) с их числовыми значения характеристик.

Полный список приведен в приложении на рис 1. Входные данные объектов 1.

Для работы с искусственными нейронными сетями необходимо преобразовать все качественные характеристики в числовые. Для этого нам понадобится 10 бальная шкала оценок, где 10- самый востребованный тип характеристики объекта, а 1- самый невостребованный. Оценки для наших характеристик ставятся исходя из личных предпочтений.

Рис.2 Замена текстового представления качественных характеристик.

Выходной информацией в нашей задаче являются классы.

Классы распределения:

- Класс 1 – наиболее приемлемый (благоприятный)
- Класс 2 – средне приемлемый
- Класс 3 – слабо приемлемый

Числовая информация: числовые значения классов распределения:

- 1 – принадлежность к классу
- 0 – непринадлежность к классу

Выходная информация отображается в диалоговом окне программы, моделирующей нейронную сеть.

Информация в двоичном представлении (1 – принадлежит классу, 0 – не принадлежит классу).

В нашем случае структурной единицей информации является каждая отдельная характеристика мультиварки (так как структурной единицей информации в Excel – ячейка).

При выполнении работы в Excel и других программных средах способов контроля выходной информации нет.

Характеристики и принадлежность к различным классам объектов, выбранных для обучения, находится в приложении на Рис.3. Обучение объектов.

Характеристики объектов (без указания классов), выбранных для проверки работы нейронной сети находится в приложении на Рис.4. Опрос объектов.

### **Описание алгоритма решения задачи в Excel**

Величину, показывающую степень важности, весомости одних элементов задачи принятия решений перед другими, будем называть приоритетом.

Способы расстановки приоритетов:

- Составили перечень характеристик объектов, для которых хотим определить приоритеты. Выбрали шкалу баллов, например 10-балльную шкалу, и расставили баллы для характеристик из перечня, полагая, что чем важнее характеристика, тем большим числом баллов будет оцениваться ее приоритет.
- Сложили все баллы, которые мы расставили по данному перечню характеристик, и разделили каждую оценку в баллах важности характеристик решения на эту сумму.

Коэффициент приоритета

- Отображение натуральных значений характеристик в диапазоне значений от 0 до 1. Обычно это делается с помощью некоторой функции, принимающей значения от 0 до 1. Самый простой вариант такой функции – линейная.
- $x_1$  – наименьшее значение исходной характеристики
- $y_1$  – соответствующее  $x_1$  нормированное значение, т.е. значение из диапазона (0;1]
- $x_2$  – наибольшее значение исходной характеристики
- $y_2$  – соответствующее  $x_2$  нормированное значение, т.е. значение из диапазона (0;1]

- $x$  - любое исходное значение характеристики
- $y$  - соответствующее  $x$  нормированное значение, которое мы хотим определить.
- Характеристики, которые были заданы баллами, рассчитываем по формуле:
- $Z = \text{балл}/10$

Оптимальным называется такой вариант решения, который в рамках ограничений ресурсов и времени решения обеспечивает наилучшее значение некоторого критерия оценки решения.

Оптимальным по правилу взвешенной суммы называется вариант, который обеспечивает максимум суммы произведений коэффициентов приоритета характеристик  $a_i$  на логические функции требований  $\mu(x_i)$ , т. е. обеспечивает

Оптимальным по правилу взвешенного произведения называется вариант, в котором среди всех имеющихся вариантов обеспечивается максимум произведения коэффициентов приоритета характеристик  $a_i$ , на логические функции требований  $\mu(x_i)$ , т. е. обеспечивается

, где  $\Pi$ - произведение логических функций  $\mu(x_i)$  в степени  $a_i$ .

Идеалом или эталоном называется несуществующий в действительности вариант, составленный из лучших значений характеристик.

Так как лучшим значениям характеристик соответствуют наибольшие значения логических функций  $\mu(x_i)$ , которые для сокращения записи обозначим как  $\mu_{ij}$ , где индекс  $i$  соответствует номеру характеристики, а индекс  $j$  соответствует номеру варианта, то «идеальный» вариант есть: .Оптимальным по правилу близости к идеалу называется вариант, у которого расстояние в пространстве координат до идеала среди всех рассматриваемых вариантов минимально. Формула:

С помощью функции РАНГ в Excel ранжируем мультиварки. Это необходимо при решении всеми тремя методами. После этого находим среднее арифметическое всех методов и опять их ранжируем. В результате исходя из полученных рангов (ранг – это величина числа относительно других значений) определяем классы объектов:

- 1-12 класс 1
- 13- 24 класс 2
- 25 – 35 класс 3

Конечное решение зависит от исходных значений характеристик и расставленных приоритетов. В зависимости от этих данных получились выходные данные,

позволившие разделить все наши элементы на 3 класса, что способствует правильности выбора нужной нам мультиварки.

- класс1 - наиболее приемлемый (благоприятный)
- класс2 - средне приемлемый
- класс3 - слабо приемлемый

Результат работы, проделанной с помощью этого алгоритма в среде Excel для классифицирования 6 моделей мультиварок, выбранных для опроса, представлен на Рис.5

Рис. 5. Классификация объектов (мультиварок) в среде Excel

5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-8:

**Возможная проблематика экспертных систем с исходными гипотезами и свидетельствами**

1. *Проблемная ситуация: необходимо установить причину убыточности работы предприятия.*

ГИПОТЕЗЫ:

- 1.Малое количество заказов.
- 2.Ветхие основные фонды.
- 3.Низкое качество продукции.
- 4. Некомпетентное руководство предприятием.

СВИДЕТЕЛЬСТВА	ВОПРОСЫ
1.Недостаточность оборотных средств	1.Имеется ли недостаток оборотных средств?
2.Система качества, не удовлетворяющая стандартам	2.Система качества не соответствует стандартам?
3. Отсутствие маркетинговых исследований	3.На предприятии отсутствуют маркетинговые исследования?
4. Низкая квалификация менеджеров	4. Большинство менеджеров имеют недостаточны

	работы в условиях рынка?
5. Низкая квалификация работников	5. Большинство работников предприятия имеют низкую квалификацию?

2. *Проблемная ситуация: почему Сбербанк имеет большое количество клиентов?*

ГИПОТЕЗЫ:

1. Поддержка государства.
2. Финансовая устойчивость.
3. Широко разветвленная сеть по всей России.
4. Ликвидность и платежеспособность.

СВИДЕТЕЛЬСТВА	ВОПРОСЫ
1. Предоставление разнообразных услуг	1. Предоставляет ли банк разнообразные услуги?
2. Доверие населения	2. Доверяет ли банку население?
3. Интенсивные денежные потоки	3. У банка интенсивные денежные потоки?
4. Обеспечение качественно нового уровня обслуживания	4. Качественно ли банк обслуживает население?
5. Использование современных банковских технологий	5. Использует ли банк современные технологии?

3. *Проблемная ситуация: необходимо установить причину низкого качества товаров, выпускаемых предприятием*

ГИПОТЕЗЫ:

1. Устаревшее оборудование.
2. Неудовлетворительная работа персонала.
3. Сырье и материалы низкого качества.

4. Отсутствие контроля за качеством продукции.

СВИДЕТЕЛЬСТВА	ВОПРОСЫ
1. Хорошая работа поставщиков	1. Хорошая ли работа поставщиков?
2. Ошибки руководства фирмы	2. Ошибается ли руководство фирмы?
3. Низкая зарплата основных и вспомогательных работников	3. Действительно ли низкая зарплата?
4. Устаревшие технологии управления	4. Считаете ли вы, что устаревшие технологии управления?
5. Недостаток оборотных средств	5. Испытывает ли предприятие недостаток оборотных средств?

4. Проблемная ситуация: установить причину низкого уровня объема продаж.

ГИПОТЕЗЫ:

1. Плохо расположен магазин.
2. Недостаточный объем рекламы.
3. Высокая цена товаров.
4. Недостаточный ассортимент товаров.

СВИДЕТЕЛЬСТВА	ВОПРОСЫ
1. Наличие парковки для автомобилей	1. Есть ли рядом с магазином парковка?
2. Наличие по соседству магазинов с аналогичным ассортиментом	2. Есть ли рядом магазины, торгующие теми же товарами?
3. Непродумана возможность скидок для постоянных покупателей	3. Имеется ли система скидок?
4. Невнимательные продавцы	4. Продавцы невнимательны к покупателям?
5. Отсутствие маркетинговых исследований	5. Проводятся ли маркетинговые исследования?

5. *Проблемная ситуация: причины плохого потока инвестиций в Россию.*

ГИПОТЕЗЫ:

1. Слабая законодательная база.
2. Низкий уровень развития отечественной промышленности.
3. Недоверие иностранцев к российской экономике.
4. Наличие коррупции.

СВИДЕТЕЛЬСТВА	ВОПРОСЫ
1.Высокие налоги	2.Высокие л
2.Неэффективные законы	3.Насколько
3.Отсутствие программы государственной поддержки малого и среднего бизнеса	4.Государств
4.Госчиновники действуют не на основании законов, а на основании личной выгоды	5.Часто ли б
5.Недооценка государством роли крупных перспективных предприятий	6.Государств

6. *Проблемная ситуация: низкий спрос на услуги интернет провайдера.*

ГИПОТЕЗЫ:

1. Высокие цены на услуги по доступу в интернет.
2. Незначительная доля рынка.
3. Неправильные действия руководства.
4. Недостаточный объем рекламы.

СВИДЕТЕЛЬСТВА	ВОПРОСЫ
1.Устаревшее оборудование (частые разрывы связи и низкая скорость)	1. Давно ли провод
2.Недостаток средств на рекламу	2. Возможно ли ув

3. Отсутствие сегментирования рынка	3. Отсутствует ли
4. Непродуманная система скидок	4. Насколько плох
5. Большое количество провайдеров	5. Увеличилось ли

7. *Проблемная ситуация: выбор жанра фильма для просмотра в кинотеатре.*

ГИПОТЕЗЫ:

- 1.Триллер.
- 2.Фэнтези.
- 3.Комедия.
- 4.Исторический боевик.

СВИДЕТЕЛЬСТВА	ВОПРОСЫ
1. Наличие спецэффектов	1.Есть ли спецэффекты?
2. Состав актеров	2.Играют ли в фильме популя
3. Сюжетная линия	3. Насколько интересен сюже
4. Бюджет фильма	4.Предпочтение высокобюдж
5. Оригинальный сценарий	5. Является ли сценарий ориг произведения?

8. *Проблемная ситуация: необходимо установить причину снижения рождаемости в России.*

ГИПОТЕЗЫ:

- 1.Низкие средние доходы населения.
2. Усиление женской эмансипации.
3. Малый удельный вес мужского населения.
4. Отсутствие квалифицированной медицинской помощи.

СВИДЕТЕЛЬСТВА	ВОПРОСЫ
1. Высокий уровень инфляции	1. Высок ли
2. Низкая адаптивность мужского населения к стрессам	2. Низка ли а
3. Войны, ведущиеся в России	3. Высока ли
4. Стимулирующая демографическая политика государства	4.Поддержив
5. Профилактические меры по поддержанию здоровья населения	5.Проводятся здоровья нас

9. Проблемная ситуация: выбор места для отдыха в туристической фирме.

ГИПОТЕЗЫ:

1. Анталия.
2. Мадрид.
3. Пекин.
4. Побережье Крыма.

СВИДЕТЕЛЬСТВА	ВОПРОСЫ
1. Красивая природа	1. Есть ли красивые природные места?
2. Бесплатный проезд до 7 лет	2. Детям до 7 лет проезд бесплатный?
3. Обеспечение безопасности туристов	3. Подвергаются ли туристы опасности терроризма?
4. Проведение национальных праздников	4. Будут ли проводиться национальные праздники?
5. Отдых непосредственно на побережье	5. Близко ли к морю расположен отель?

10. *Проблемная ситуация: необходимо установить причину плохой реализации автомобиля новой модификации.*

ГИПОТЕЗЫ:

1. Автомобиль не стал более комфортным для водителя.
2. Дорогое сервисное обслуживание нового автомобиля.
3. Автомобиль не соответствует потребностям населения.
4. Неудачная базовая комплектация.

СВИДЕТЕЛЬСТВА	ВОПРОСЫ
1. Высокая цена автомобиля	1.Высока ли цена автомобиля?
2. Неэкономный расход бензина	2.Насколько неэкономный расход бензина?
3. Автомобиль имеет недостаточно престижный вид	3. Как вы оцениваете престижность внешнего вида автомобиля?
4. Недостатки в конструкторской сборке	4. Много ли недостатков в конструкторской сборке?
5. Недостаточная надежность автомобиля	5. Автомобиль недостаточно надежен?

11. *Проблемная ситуация: выбор рекламного носителя предприятием по производству и продаже мебели.*

ГИПОТЕЗЫ:

- 1.Что? Где? Почему?
- 2.Экстра – Н.
- 3.Журнал «Комфорт».
4. Рекламный вестник.

СВИДЕТЕЛЬСТВА	ВОПРОСЫ
1. Способ распространения (бесплатно, по офисам).	1. Распространяется ли издание бесплатно?
2. Периодичность (4 раза в неделю)	2. Выходит ли носитель 4 раза в неделю?

3. Целевая аудитория	3. Являются ли читатели носителя целевой аудитории?
4. Тираж, достаточный для эффективной рекламы	4. Достаточен ли тираж для эффективной рекламы?
5. Цена рекламы	5. Приемлема ли цена рекламного объявления?

12. *Проблемная ситуация: выбор причины неэффективной работы руководителя.*

ГИПОТЕЗЫ:

1. Неумение управлять собой.
2. Неумение влиять на людей.
3. Слабые навыки руководства.
4. Неумение идти на компромисс.

СВИДЕТЕЛЬСТВА	ВОПРОСЫ
1: Излишняя самоуверенность	1.Излишне ли самоуверен руководит
2: Пренебрежение общения с другими людьми	2.Пренебрегает ли руководитель общ
3: Устаревший стиль руководства	3.Устаревший ли стиль руководства?
4: Не делегирует ответственность	4. Руководитель не умеет делегирова
5: Низкий образовательный уровень	5. Давно ли руководитель был на кур

13. *Проблемная ситуация: необходимо установить причину возникновения конфликтов в коллективе.*

ГИПОТЕЗЫ:

- 1.Низкая заработная плата.
- 2.Некомпетентное руководство фирмы.
3. Неудовлетворительные условия труда рабочих.
- 4.Неудобный график работы.

СВИДЕТЕЛЬСТВА	ВОПРОСЫ
1. Неправильно выбрана структура кадров	1. Структура кадров неправильна?
2. Отдаленность начальства от своих подчиненных	2. Трудно ли добиться подчиненному взаимодействия с начальством?
3. Плохой психологический климат в группе	3. Царит ли плохой психологический климат в группе?
4. Большой процент заявлений об уходе	4. Много ли заявлений об уходе?
5. Устаревшее оборудование	5. Оборудованию больше 20 лет?

#### 14. Проблемная ситуация: выбор места работы.

##### ГИПОТЕЗЫ:

1. Банк.
2. Типография.
3. Птицефабрика.
4. Магазин.

свидетельства	ВОПРОСЫ
1. Коммуникабельность	1. Умеете ли вы общаться с людьми?
2. Математические способности	3. Есть ли у вас математические способности?
3. Трудолюбие	4. Трудолюбивый ли вы человек?
4. Зарплата	5. Устраивает ли вас небольшая зарплата?
5. Свободный график работы	5. Согласны ли вы работать по свободному графику?

## 4. Структура и содержание лабораторной работы с примерами расчета основных параметров

Студентом подготавливается отчет по лабораторной работе.

Структура отчета:

- титульный лист;
- экономическое содержание проблемной ситуации;
- состав гипотез, свидетельств, шкала неопределенностей, априорные вероятности;
- таблица с расчетами не менее чем по трем итерациям;
- диаграммы-графики по каждой гипотезе, а также изменение вероятностей всех гипотез;
- выводы и рекомендации.

Каждая итерация оформляется на отдельном листе EXCEL.

## 5. Демонстрационный пример проблемной ситуации

*Проблемная ситуация: Куда пойти учиться?*

Исходные данные:

1. Формулировка гипотез, априорные вероятности гипотез.
2. Формулировка свидетельств и вопросов по свидетельствам.
3. Отбор свидетельств, связанных с каждой из гипотез, априорные условные вероятности свидетельств при выполнении гипотезы, априорные условные вероятности свидетельств при невыполнении гипотезы.
4. Ответы пользователя по шкале неопределенностей.

Шкала неопределенностей – это десятибалльная шкала, по которой пользователь может давать ответ на вопрос по свидетельству. Шкала содержит пять положительных и пять отрицательных ответов. Нулевой ответ не используется (см. табл. 1):

Таблица 1

### Шкала неопределенностей

Бал л	Ответ
-5	Нет
-4	Почти уверен, что нет
-3	Думаю, что нет
-2	Скорее нет, чем да
-1	Не знаю, склонен к нет
0	Нулевой ответ не используется
1	Не знаю, склонен к да
2	Скорее да, чем нет
3	Думаю, что да
4	Почти уверен, что да
5	Да

Исходные данные (см. табл. 2–5):

Таблица 2

### Выбранные гипотезы

№ гипотезы Н	Описание гипотезы
1	Классический университет
2	Политехнический университет
3	Педагогический университет

Таблица 3

**Выбранные свидетельства**

№ свидетельства Е	Описание свидетельства
1	Гуманитарные способности
2	Математические способности
3	Финансовая обеспеченность
4	Близкое местонахождение вуза

Таблица 4

**Вопросы для свидетельств**

№ свиде- тельства Е	Описание свидетельства	Вопросы
1	Гуманитарные способности	Есть ли у Вас гуманитарные способности?
2	Математические способности	Есть ли у Вас математические способности?
3	Финансовая обеспеченность	Обеспечены ли Вы финансово?
4	Близкое местонахождение вуза	Близко ли расположен вуз?

Таблица 5

**Статистическая исходная информация**

№ п/п	Гипотеза	Свидетельство
1.	Классический университет	Близкое местонахождение вуза
1.	Классический университет	Близкое местонахождение вуза
1.	Классический университет	Гуманитарные способности
1.	Классический университет	Гуманитарные способности

[illegible]

1.	Педагогический университет	Математические способности
1.	Педагогический университет	Математические способности
1.	Педагогический университет	Финансовая обеспеченность
1.	Педагогический университет	Финансовая обеспеченность
1.	Политехнический университет	Близкое местонахождение вуза
1.	Политехнический университет	Близкое местонахождение вуза
1.	Политехнический университет	Гуманитарные способности
1.	Политехнический университет	Математические способности
1.	Политехнический университет	Математические способности
1.	Политехнический университет	Математические способности
1.	Политехнический университет	Математические способности
1.	Политехнический университет	Математические способности
1.	Политехнический университет	Финансовая обеспеченность
1.	Политехнический университет	Финансовая обеспеченность
1.	Политехнический университет	Финансовая обеспеченность
1.	Политехнический университет	Финансовая обеспеченность
1.	Политехнический университет	Финансовая обеспеченность
1.	Политехнический университет	Финансовая обеспеченность

Преобразуем набор данных в частотную таблицу 6:

Таблица 6

**Частотная таблица**

Свидетельства (Ej)	Классический университет	Педагогический университет	Политехнический университет
Гуманитарные способности	5	5	1
Математические способности	7	2	5
Финансовая обеспеченность	5	1	4
Близкое местонахождение вуза	2	3	2

1. Вводим значения для  $P(H_i)$ ,  $P(E_j)$ ,  $P(E_j/H_i)$ ,  $P(E_j/\neg H_i)$ , опираясь на статистические данные.

Здесь:

$P(H_i)$  – вероятность выполнения гипотезы;

$P(E_j)$  – вероятность выполнения свидетельства;

$P(E_j/H_i)$  – вероятность выполнения свидетельства при выполнении гипотезы;

$P(E_j/\neg H_i)$  – вероятность выполнения свидетельства при не выполнении гипотезы.

2) На основании априорных вероятностей гипотез  $P(H_i)$ , вероятностей свидетельств при выполнении гипотез  $P(E_j/H_i)$ , вероятностей свидетельств при невыполнении гипотез  $P(E_j/\neg H_i)$ , рассчитываем:

а) вероятность невыполнения свидетельства при условии выполнения соответствующей ей гипотезы  $P(\neg E_j/H_i)$  по формуле:

$$P(\neg E_j/H_i) = 1 - P(E_j/H_i):$$

б) вероятность невыполнения свидетельства при условии невыполнения соответствующей ей гипотезы  $P(\neg E_j/\neg H_i)$  по формуле:

$$P(\neg E_j/\neg H_i) = 1 - P(E_j/\neg H_i).$$

в) вероятность выполнения гипотезы при условии выполнения соответствующего ей свидетельства  $P(H_i/E_j)$  по формуле:

(формула Байеса)

г) вероятность выполнения гипотезы при условии невыполнения соответствующего ей свидетельства  $P(H_i/\neg E_j)$  по формуле:

г) разность по модулю:

$$|P(H_i/E) - P(H_i/\neg E)| \quad (i=1,n)$$

3) Расчет максимальной вероятности гипотезы:

4) Расчет минимальной вероятности гипотезы:

5) Определение класса гипотезы:

Типы гипотез: достоверная, вероятная или недостоверная.

Если какая-либо из гипотез недостоверная, то в последующем она исключается из рассмотрения.

Гипотеза недостоверная, если её максимальная вероятность меньше минимальных вероятностей остальных гипотез.

Если достоверная, то она является решением задачи (выходной информацией).

Гипотеза достоверная, если её минимальная вероятность больше максимальных вероятностей остальных гипотез.

В остальных случаях гипотеза является вероятной.

6) Расчет цен свидетельств:

$$Q = \sum |P(H_i/E) - P(H_i/\neg E)| \quad (i=1,n)$$

7) Определение свидетельства с наибольшей ценой, воспроизведение вопроса данного свидетельства

8) Пересчет вероятностей по следующей формуле:

а)если ответ пользователя больше 0 ( $r > 0$ ):

$$P(H) = P(\quad) + r/5 * (P(H/\quad) - P(\quad))$$

б)если ответ пользователя меньше 0 ( $r < 0$ ):

$$P(H) = P(\quad) - r/5 * (P(H/\quad) - P(\quad))$$

9) Критерий окончания работы:

Максимальное число итераций совпадает с числом свидетельств

1. Все вопросы заданы.  $P(H_i) \rightarrow \max$

(В качестве ответа выбираем гипотезу с максимальной вероятностью).

2. Класс гипотезы

Класс гипотезы может сократить количество итераций.

Классы гипотез: достоверная, вероятная, недостоверная.

Если  $P_{\max}(H_1) < P_{\min}(H_2)$  и  $P_{\max}(H_3) < P_{\min}(H_2)$ , то гипотеза  $H_2$  имеет класс достоверная (данная гипотеза принимается в качестве ответа);

Если  $P_{\max}(H_1) < P_{\min}(H_2)$  и  $P_{\max}(H_1) < P_{\min}(H_3)$ , то гипотеза  $H_1$  – недостоверная (можно ее не учитывать в дальнейших вычислениях);

А если  $P_{\max}(H_1) > P_{\max}(H_2)$ ;  $P_{\max}(H_3) > P_{\max}(H_1)$ ;  $P_{\max}(H_2) > P_{\min}(H_3)$  (у всех вероятностей есть общая часть), то все эти гипотезы являются вероятными (т.е. продолжаем решение с этими гипотезами, и начинаем цикл заново).

Рассчитаем вероятности свидетельств  $P(E_j)$ :

$$P(E_1) = 11/42 = 0,262$$

$$P(E_2) = 14/42 = 0,333$$

$$P(E3) = 10/42 = 0,238$$

$$P(E4) = 7/42 = 0,167$$

Рассчитаем априорные вероятности гипотез  $P(H_i)$ :

$$P(H1) = 19/42 = 0,452$$

$$P(H2) = 11/42 = 0,262$$

$$P(H3) = 12/42 = 0,286$$

Преобразуем набор данных в таблицу правдоподобия 7:

Таблица 7

**Таблица правдоподобия**

<b>Свидетельства (Ej)</b>	<b>Классический университет (H1)</b>	<b>Политехнический университет (H2)</b>	<b>Педагогический университет (H3)</b>
Гуманитарные способности (E1)	5	5	1
Математические способности (E2)	7	2	5
Финансовая обеспеченность (E3)	5	1	4
Близкое местонахождение вуза (E4)	2	3	2
Всего	<b>19</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Не выполнение гипотезы	<b>42-19=23</b>	<b>42-11=31</b>	<b>42-12=30</b>
$P(H_i)$	19/42	11/42	12/42

	0,452	0,262	0,286
--	-------	-------	-------

Рассчитаем вероятности свидетельств при выполнении гипотез  $P(E_j/H_i)$

$$P(E1/H1) = 5/19 = 0,263$$

$$P(E2/H1) = 7/19 = 0,368$$

$$P(E3/H1) = 5/19 = 0,263$$

$$P(E4/H1) = 2/19 = 0,105$$

$$P(E1/H2) = 5/11 = 0,455$$

$$P(E2/H2) = 2/11 = 0,182$$

$$P(E3/H2) = 1/11 = 0,091$$

$$P(E4/H2) = 3/11 = 0,273$$

$$P(E1/H3) = 1/12 = 0,083$$

$$P(E2/H3) = 5/12 = 0,417$$

$$P(E3/H3) = 4/12 = 0,333$$

$$P(E4/H3) = 2/12 = 0,167$$

Проверим расчёты в EXCEL:

Таблица 8

Свидетельства ( $E_j$ )	Классический университет ( $H1$ )	Политехни-ческий универси-тет ( $H2$ )	Педагогичес-кий университет ( $H3$ )		
Гуманитарные способности ( $E1$ )	5	5	1	11	0,2619
Математические способности ( $E2$ )	7	2	5	14	0,3333
Финансовая обеспеченность ( $E3$ )	5	1	4	10	0,2381
Близкое местонахождение вуза ( $E4$ )	2	3	2	7	0,1667
Всего	<b>19</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	42	
$P(H_i)$	0,452380952	0,261904762	0,285714286		
$P(E_j/H_i)$	0,263157895	0,454545455	0,083333333		

	0,368421053	0,181818182	0,416666667		
	0,263157895	0,090909091	0,333333333		
	0,105263158	0,272727273	0,166666667		

Составим таблицу 9 вероятностей гипотез:

Таблица 9

**Вероятность гипотез**

№ гипотезы $H_i$	Описание гипотезы	Вероятность гипотезы
1	Классический университет	0,452
2	Политехнический университет	0,262
3	Педагогический университет	0,286

Рассчитаем вероятности свидетельств при невыполнении гипотез ( $P(E_j/\neg H_i)$ ):

$$P(E_1/\neg H_1) = 5/23 = 0,217$$

$$P(E_2/\neg H_1) = 7/23 = 0,304$$

$$P(E_3/\neg H_1) = 5/23 = 0,217$$

$$P(E_4/\neg H_1) = 2/23 = 0,087$$

$$P(E_1/\neg H_2) = 5/31 = 0,161$$

$$P(E_2/\neg H_2) = 2/31 = 0,065$$

$$P(E_3/\neg H_2) = 1/31 = 0,032$$

$$P(E_4/\neg H_2) = 3/31 = 0,097$$

$$P(E_1/\neg H_3) = 1/30 = 0,033$$

$$P(E_2/\neg H_3) = 5/30 = 0,167$$

$$P(E_3/\neg H_3) = 4/30 = 0,133$$

$$P(E_4/\neg H_3) = 2/30 = 0,067$$

Проверим расчёты в EXCEL:

Таблица 10

$P(E_j/\neg H_i)$	0,217391304	0,161290323	0,033333333
-------------------	-------------	-------------	-------------

	0,304347826	0,064516129	0,166666667
	0,217391304	0,032258065	0,133333333
	0,086956522	0,096774194	0,066666667

Ответы пользователя по шкале неопределенностей.

Таблица 11

№ свидетельства	Ответ
1	4
2	3
3	2
4	-2

Таблица 12

Итерация № 1

A	B	C	D	E	F	G	H
№ Н	P(H)	№ E	P(E/H)	P(E/∧H)	P(∧E/H)	P(∧E/∧H)	P(H/E)
1	0,452	1	0,263157895	0,217391304	0,736842105	0,782608696	0,499615533
1	0,452	2	0,368421053	0,304347826	0,631578947	0,695652174	0,499615533
1	0,452	3	0,263157895	0,217391304	0,736842105	0,782608696	0,499615533
1	0,452	4	0,105263158	0,086956522	0,894736842	0,913043478	0,499615532
2	0,262	1	0,454545455	0,161290323	0,545454545	0,838709677	0,500123152

2	0,262	2	0,181818182	0,064516129	0,818181818	0,935483871	0,500123153
2	0,262	3	0,090909091	0,032258065	0,909090909	0,967741935	0,500123149
2	0,262	4	0,272727273	0,096774194	0,727272727	0,903225806	0,500123152
3	0,286	1	0,083333333	0,033333333	0,916666667	0,966666667	0,500349897
3	0,286	2	0,416666667	0,166666667	0,583333333	0,833333333	0,500349895
3	0,286	3	0,333333333	0,133333333	0,666666667	0,866666667	0,500349895
3	0,286	4	0,166666667	0,066666667	0,833333333	0,933333333	0,500349894

Поясним формализованное описание алгоритма для первой строки таблицы. В столбцах А, В, С, D, Е находятся исходные данные для решения задачи. Вычисления начинаются со столбца F. Набранная в третьей строке формула протягивается вниз в столбцах F, G, H, I, J. В столбцах K, L, М ячейки объединяются – по одной ячейке на каждую гипотезу. Формулы в столбцах K, L можно протягивать, если объединено одинаковое количество ячеек. В столбце М формулы не протягиваются.

Формулы, применяемые в EXCEL:

**F3=1-D3;**

**G3=1-E3;**

**H3=D3\*B3/(D3\*B3+E3\*(1-B3));**

**I3=F3\*B3/(1-(D3\*B3+E3\*(1-B3)))**

**J3=ABS(H3-I3);**

**K3456=(ЕСЛИ(D3>E3;D3;F3)\*ЕСЛИ(D4>E4;D4;F4)\*ЕСЛИ(D5>E5;D5;F5)\*ЕСЛИ(D6>E6;D6;F6)\*B3)/**

$(\text{ЕСЛИ}(\text{D3}>\text{E3};\text{D3};\text{F3})*\text{ЕСЛИ}(\text{D4}>\text{E4};\text{D4};\text{F4})*\text{ЕСЛИ}(\text{D5}>\text{E5};\text{D5};\text{F5})*\text{ЕСЛИ}(\text{D6}>\text{E6};\text{D6};\text{F6})*\text{B3}+\text{ЕСЛИ}(\text{D3}>\text{E3};\text{E3};\text{G3})*\text{ЕСЛИ}(\text{D4}>\text{E4};\text{E4};\text{G4})*\text{ЕСЛИ}(\text{D5}>\text{E5};\text{E5};\text{G5})*\text{ЕСЛИ}(\text{D6}>\text{E6};\text{E6};\text{G6})*(1-\text{B3}));$

$= (\text{ЕСЛИ}(\text{D3}>\text{E3};\text{D3};\text{F3})*\text{ЕСЛИ}(\text{D4}>\text{E4};\text{D4};\text{F4})*\text{ЕСЛИ}(\text{D5}>\text{E5};\text{D5};\text{F5})*\text{ЕСЛИ}(\text{D6}>\text{E6};\text{D6};\text{F6})*\text{B3}) /$   
 $(\text{ЕСЛИ}(\text{D3}>\text{E3};\text{D3};\text{F3})*\text{ЕСЛИ}(\text{D4}>\text{E4};\text{D4};\text{F4})*\text{ЕСЛИ}(\text{D5}>\text{E5};\text{D5};\text{F5})*\text{ЕСЛИ}(\text{D6}>\text{E6};\text{D6};\text{F6})*\text{B3}+\text{ЕСЛИ}(\text{D3}>\text{E3};\text{E3};\text{G3})*\text{ЕСЛИ}(\text{D4}>\text{E4};\text{E4};\text{G4})*\text{ЕСЛИ}(\text{D5}>\text{E5};\text{E5};\text{G5})*\text{ЕСЛИ}(\text{D6}>\text{E6};\text{E6};\text{G6})*(1-\text{B3}))$

$= (\text{ЕСЛИ}(\text{D3}>\text{E3};\text{D3};\text{F3})*\text{ЕСЛИ}(\text{D4}>\text{E4};\text{D4};\text{F4})*\text{ЕСЛИ}(\text{D5}>\text{E5};\text{D5};\text{F5})*\text{ЕСЛИ}(\text{D6}>\text{E6};\text{D6};\text{F6})*\text{B3}) /$   
 $(\text{ЕСЛИ}(\text{D3}>\text{E3};\text{D3};\text{F3})*\text{ЕСЛИ}(\text{D4}>\text{E4};\text{D4};\text{F4})*\text{ЕСЛИ}(\text{D5}>\text{E5};\text{D5};\text{F5})*\text{ЕСЛИ}(\text{D6}>\text{E6};\text{D6};\text{F6})*\text{B3}+\text{ЕСЛИ}(\text{D3}>\text{E3};\text{E3};\text{G3})*\text{ЕСЛИ}(\text{D4}>\text{E4};\text{E4};\text{G4})*\text{ЕСЛИ}(\text{D5}>\text{E5};\text{E5};\text{G5})*\text{ЕСЛИ}(\text{D6}>\text{E6};\text{E6};\text{G6})*(1-\text{B3}))$

$\text{L3456} = (\text{ЕСЛИ}(\text{E3}>\text{D3};\text{D3};\text{F3})*\text{ЕСЛИ}(\text{E4}>\text{D4};\text{D4};\text{F4})*\text{ЕСЛИ}(\text{E5}>\text{D5};\text{D5};\text{F5})*\text{ЕСЛИ}(\text{E6}>\text{D6};\text{D6};\text{F6})*\text{B3}) /$   
 $(\text{ЕСЛИ}(\text{E3}>\text{D3};\text{D3};\text{F3})*\text{ЕСЛИ}(\text{E4}>\text{D4};\text{D4};\text{F4})*\text{ЕСЛИ}(\text{E5}>\text{D5};\text{D5};\text{F5})*\text{ЕСЛИ}(\text{E6}>\text{D6};\text{D6};\text{F6})*\text{E3}+\text{ЕСЛИ}(\text{E3}>\text{D3};\text{E3};\text{G3})*\text{ЕСЛИ}(\text{E4}>\text{D4};\text{E4};\text{G4})*\text{ЕСЛИ}(\text{E5}>\text{D5};\text{E5};\text{G5})*\text{ЕСЛИ}(\text{E6}>\text{D6};\text{E6};\text{G6})*(1-\text{B3}))$

$\text{M3456} = \text{ЕСЛИ}(\text{И}(\text{K6}<\text{L10};\text{K6}<\text{L14}); \text{"недостоверная"}; \text{ЕСЛИ}(\text{И}(\text{L6}>\text{K10};\text{L6}>\text{K14}); \text{"достоверная"}; \text{"вероятная"})).$

Проведем расчет цен свидетельств:

Таблица 13

	С	Д
16	№ свидетельства	Цена свидетельства
17	1	0,600112819
18	2	0,615973297

Поясним формализованное описание расчета цены для первого свидетельства:

**D17=СУММЕСЛИ(\$C\$3:\$C\$14;1;\$J\$3:\$J\$14).**

Максимальная цена у свидетельства № 2 (Есть ли у Вас математические способности?). Задаем вопрос пользователю относительно данного свидетельства.

Копируем вопрос в ячейку F16. Ответ относительно данного свидетельства по шкале неопределенностей заносим в ячейку J16 = 3.

Проведем пересчет вероятностей гипотез:

Таблица 14

	L	M
16	№ Н	P(E/H)
17	1	0,4805693
18	2	0,4048739
19	3	0,4146099

Поясним формализованное описание пересчета вероятности для гипотезы

№1: **M17=ЕСЛИ(J16>=0;(B3+J16\*(H4-B3)/5);(B3-J16\*(I4-B3)/5)),** B3 – ячейка

содержит вероятность гипотезы №1, J16 – ячейка содержит ответ

пользователя, H4, I4 – ячейки берутся из строки, где в столбце С указан №

свидетельства, по которому был задан вопрос. В нашем примере № свидетельства

– 2 содержится в ячейке C4 для первой гипотезы. /5 – делим на половину

размерности шкалы неопределенностей.

Пересчет вероятности гипотезы №2 производится по следующей формуле:

**M18=ЕСЛИ(J16>=0;(B8+J16\*(H8-B8)/5);(B8-J16\*(I8-B8)/5))**

– № свидетельства – 2 содержится в ячейке C8 для второй гипотезы.

Вероятность гипотезы не пересчитывается, если свидетельства, по которому был

задан вопрос, нет в списке свидетельств для данной гипотезы.

**M19=ЕСЛИ(J16>=0;(B12+J16\*(H12-B12)/5);(B12-J16\*(I12-B12)/5))**

Таблица 15

В таблице цен свидетельств цена свидетельства 3 становится равной 0.

4) Выбираем свидетельство с максимальной ценой и далее следуем указаниям шага 1.

Следующий шаг работы машины логического вывода можно получить из предыдущего копированием по расположению и внесением соответствующих изменений в блок исходных данных «большой» таблицы. При этом не придется изменять или редактировать формулы в «большой» таблице и в таблице, где вычисляются цены свидетельств, редактировать нужно будет только формулы пересчета вероятностей гипотез.

Предлагаемые изменения данных для шага 2:

1) Копируем по расположению содержимое листа шаг1 на лист шаг2.

2) На листе шаг2 очищаем содержимое ячеек столбца В – Р(Н).

Заносим новые вероятности гипотез, которые получены при пересчете на шаге 1:

**$V3 = \text{шаг1!M14}$ ,     $V7 = \text{шаг1!M15}$ ,     $V11 = \text{шаг1!M16}$**

3) По свидетельству №2 на шаге 1 был задан вопрос и получен ответ пользователя, таким образом вся информация по данному свидетельству использована, поэтому в дальнейшем это свидетельство не должно влиять на вычисления. Для этого изменяем вероятности    на 0,5.

Таблица 16

№ <b>H</b>	<b>P(H)</b>	№ <b>E</b>	<b>P(E/H)</b>	<b>P(E/^H)</b>	<b>P(^E/H)</b>	<b>P(^E/^H)</b>
1	0,481	1	0,263157895	0,2173913	0,736842105	0,782608696
1	0,481	2	0,500000000	0,500000000	0,500000000	0,500000000
1	0,481	3	0,263157895	0,2173913	0,736842105	0,782608696
1	0,481	4	0,105263158	0,08695652	0,894736842	0,913043478
2	0,405	1	0,454545455	0,16129032	0,545454545	0,838709677
2	0,405	2	0,500000000	0,500000000	0,500000000	0,500000000
2	0,405	3	0,090909091	0,03225807	0,909090909	0,967741935
2	0,405	4	0,272727273	0,09677419	0,727272727	0,903225806
3	0,415	1	0,083333333	0,03333333	0,916666667	0,966666667
3	0,415	2	0,500000000	0,500000000	0,500000000	0,500000000
3	0,415	3	0,333333333	0,13333333	0,666666667	0,866666667
3	0,415	4	0,166666667	0,06666667	0,833333333	0,933333333

Пересчет вероятностей гипотез нужно каждый раз отслеживать и формулы в последней таблице изменять!

**Итерация №.3**

#### Итерация № 4.

Сводная таблица для получения графиков

Н	P(H)	P <sub>max</sub> (H)	P <sub>min</sub> (H)
1	0,9	0,999887	0,038257
	0,97	0,999539	0,576916
	0,97	0,999444	0,53082
	1,00	0,999444	0,995771
2	0,7	0,997711	0,057836
	0,89	0,995638	0,380711
	0,85	0,977583	0,487478
	0,85	0,977673	0,488506
3	0,4	0,8619	0,079173
	0,47	0,853732	0,149671
	0,57	0,74	0,37

**5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-9:**

**Практическое занятие**

1. Каждая транзакция – это набор товаров, купленных покупателем за один визит.
2. Предметный набор – это непустое множество предметов, появившихся в одной транзакции.
3. Набор элементов  $X$ .
4. Другой набор элементов  $Y$ .
5. Ассоциативное правило состоит из двух наборов предметов: условие (antecedent) и следствие (consequent). «Если условие, то следствие»;  $X \rightarrow Y$ ; «Из  $X$  следует  $Y$ ».
6. Условие и следствие часто называются соответственно левосторонним (left-hand side – LHS) и правосторонним (right-hand side – RHS) компонентами ассоциативного правила.
7. Объективными показателями значимости ассоциативных таких правил являются поддержка и достоверность.
8. Поддержка – количество или процент транзакций, содержащих как условие, так и следствие. Правило  $X \rightarrow Y$  имеет поддержку  $S$  (support), если:
  1. Достоверность ассоциативного правила (confidence)  $C$  представляет собой меру точности правила и определяется, как отношение количества транзакций, содержащих условие и следствие, к количеству транзакций, содержащих только следствие:

*Пример. Пусть 75 % транзакций, содержащих хлеб, также содержат молоко, а 3 % от общего числа всех транзакций содержат оба товара, тогда 75 % – это достоверность правила, а 3 % – это поддержка.*

1. Сильные правила – правила, для которых значения поддержки и достоверности превышают заданный порог.

2. Еще одним параметром, ограничивающим количество найденных правил, является максимальная мощность часто встречающихся множеств. Если этот параметр указан, то при поиске правил будут рассматриваться только множества, количество элементов которых будет не больше данного параметра  $k$ , следовательно, любое найденное правило будет состоять не больше чем из  $k$  элементов.
3. Улучшение также могут использоваться для последующего ограничения набора рассматриваемых ассоциаций путем установки порога значимости, ниже которого ассоциации отбрасываются.

Улучшение (improvement) показывает, полезнее ли правило случайного угадывания.

1. Лифт (lift) – это отношение частоты появления условия в транзакциях, которые также содержат и следствие, к частоте появления следствия в целом:  $L(A \rightarrow B) = C(A \rightarrow B) / S(B)$ . Лифт является обобщенной мерой связи двух предметных наборов: при значениях лифта  $> 1$  связь положительная, при 1 она отсутствует, а при значениях  $< 1$  – отрицательная. Значения лифта большие, чем единица, показывают, что условие чаще появляется в транзакциях, содержащих следствие, чем в остальных.
2. Левередж (leverage) – это разность между наблюдаемой частотой, с которой условие и следствие появляются совместно (то есть поддержкой ассоциации), и произведением частот появления (поддержек) условия и следствия по отдельности:  $T(A \rightarrow B) = S(A \rightarrow B) - S(A)S(B)$ .

Если Левередж  $\approx 0$ , то правило не значимо.

1. Если  $I(X \rightarrow Y) > 1$ , это значит, что вероятнее предсказать наличие набора  $B$  с помощью правила, чем угадать случайно.

Поиск ассоциативных правил алгоритм Apriori. Методика поиска:

1. Следует найти частые наборы.

Частый предметный набор – предметный набор с поддержкой больше заданного порога либо равной ему. Этот порог называется минимальной поддержкой.

При поиске частых наборов используется свойство антимонотонности: Если предметный набор  $Z$  не является частым, то добавление некоторого нового предмета  $A$  к набору  $Z$  не делает его более частым. Другими словами, если  $Z$  не является частым набором, то и набор  $Z \cup A$  также не будет являться таковым.

Данное полезное свойство позволяет значительно уменьшить пространство поиска ассоциативных правил.

2. На основе найденных наборов необходимо сгенерировать ассоциативные правила, удовлетворяющие условиям минимальной поддержки и достоверности. – Генерируются все возможные поднаборы  $s$ . – Если поднабор  $ss$  является непустым поднабором  $s$ , то рассматривается ассоциативное правило  $R: ss \rightarrow (s - ss)$ , где  $s - ss$  представляет собой набор  $s$  без поднабора  $ss$ .  $R$  будет считаться ассоциативным правилом, если будет удовлетворять условию заданного минимума поддержки и достоверности. Данная процедура повторяется для каждого подмножества  $ss$  из  $s$ .

**Продолжение: Пример, начиная с табл. 12 файла Deductor Studio.**

Будем считать популярными наборами те, которые имеют поддержку  $S \geq 30\%$ . Выпишем множество популярных однопредметных наборов:  $F1 = \{\text{кетчупы, соусы, чай, сыры, макар. изделия}\}$ . Теперь переходим к поиску популярных двухпредметных наборов:

Выпишем множество популярных двухпредметных наборов, которые имеют поддержку

Выпишем трехпредметные наборы, используя операцию связывания популярных двухпредметных наборов.

$\{\text{кетчупы, + макар. изделия}\} \{\text{соусы, + макар. изделия}\} = \{\text{кетчупы, соусы, макар. изделия}\}$ , его поддержка  $S=0,25$ .

{кетчупы, + макар. изделия} {сыры, = макар. изделия} = {кетчупы, сыры, макар. изделия}, его поддержка  $S=0,25$ .

Таким образом, трехпредметных популярных наборов нет, и задача поиска частных предметных наборов завершена. Переходим к генерации ассоциативных правил на найденных популярных двухпредметных наборах.

Рассмотрим первое правило кетчупы → макаронные изделия:  $S=37,5\%$ ;  $C=100\%$ ;  $L=1,6$ ;  $T=0,14$ ;  $I=1,6$ . Это означает следующее: Так как  $S=37,5\%$ , ожидаемая вероятность покупки набора кетчупы+макаронные изделия равна  $37,5\%$ . Так как  $C=100\%$ , это значит, что если покупатель купит кетчупы, то с вероятностью  $100\%$  он купит и макаронные изделия. Так как лифт  $L=1,6$ , то покупатель, купивший кетчупы, в  $1,6$  раза чаще выбирает макаронные изделия, нежели любой другой товар. Так как левередж для данного правила  $T=0,14 \neq 0$ , то правило значимо.

Так как улучшение для данного правила  $I=1,6 > 1$ , предсказать покупку макаронных изделий вероятнее, чем угадать случайно. Из всех рассмотренных правил незначимое одно сыры → макаронные изделия, так как у него  $C=60\%$  и  $L=0,96$ . Пример нахождения ассоциативных правил в аналитической платформе Deductor Studio Academic Рассмотрим механизм поиска ассоциативных правил на примере данных о продажах товаров в некоторой торговой точке. Данные находятся в файле «Supermarket.txt». В таблице представлена информация по покупкам продуктов нескольких групп. Она имеет всего два поля «Номер чека» и «Товар». Необходимо решить задачу анализа потребительской корзины с целью последующего применения результатов для стимулирования продаж. Для этого производится поиск товаров, присутствие которых в транзакции влияет на вероятность наличия других товаров или комбинаций товаров. Импортируем данные из текстового файла и представим в виде таблицы (при этом тип импортируемых данных – строковый):

Для поиска ассоциативных правил запустим мастер обработки. В нем выберем тип обработки «Ассоциативные правила». На втором шаге мастера необходимо указать, какой столбец является идентификатором транзакции (чек), а какой элементом транзакции (товар).

Следующий шаг позволяет настроить параметры построения ассоциативных правил: минимальную и максимальную поддержку, минимальную и максимальную достоверность, а также максимальную мощность множества. По умолчанию в обработчике установлены следующие границы поддержки – 1 % и 20 %, и достоверности 40 % и 90 %, при которых для загруженных данных количество популярных наборов и ассоциативных правил равно 0. В этом случае следует увеличить максимальную поддержку. Изменим верхнюю границу поддержки на 40 %.

Следующий шаг позволяет запустить процесс поиска ассоциативных правил. На экране отображается информация о количестве множеств, количестве найденных правил, а также гистограмма распределения найденных часто встречающихся множеств по мощности.

После завершения процесса поиска полученные результаты можно посмотреть, используя появившиеся специальные визуализаторы «Популярные наборы», «Правила», «Дерево правил», «Что если». Популярные наборы – это множества, состоящие из одного и более элементов, которые наиболее часто встречаются в транзакциях одновременно. Насколько часто встречается множество в исходном наборе транзакций, можно судить по поддержке. Данный визуализатор отображает множества в виде списка.

Таким образом, эксперту предоставляется набор правил, которые описывают поведение покупателей. Например, если покупатель купил вафли, то он с вероятностью 71,4 % также купит и сухари. Визуализатор «Дерево правил» – это всегда двухуровневое дерево. Оно может быть построено либо по условию, либо по следствию. При построении дерева правил по условию на первом (верхнем) уровне находятся узлы с условиями, а на втором уровне – узлы со следствием. Второй вариант дерева правил – дерево, построенное по следствию. Здесь на первом уровне располагаются узлы со следствием.

Справа от дерева находится список правил, построенный по выбранному узлу дерева. Для каждого правила отображаются поддержка и достоверность. Если дерево построено по условию, то вверху списка отображается условие правила, а список состоит из его следствий. Тогда правила отвечают на вопрос, что будет при таком условии. Если же дерево построено по следствию, то вверху списка отображается следствие правила, а список состоит из его условий. Эти правила отвечают на вопрос, что нужно, чтобы было заданное следствие. Данный визуализатор отображает те же самые правила, что и предыдущий, но в более удобной для анализа форме.

В данном случае правила отображены по условию. Тогда отображаемый в данный момент результат можно интерпретировать следующим образом: Если покупатель приобрел вафли, то он с вероятностью 71 % также приобретет сухари. Выявление действительно интересных правил – это одна из главных подзадач при вычислении ассоциативных зависимостей. Для того чтобы получить действительно интересные зависимости, нужно разобраться с несколькими эмпирическими правилами: 1) Уменьшение минимальной поддержки приводит к тому, что увеличивается количество потенциально интересных правил, однако это требует существенных вычислительных ресурсов. Одним из ограничений уменьшения порога минимальной поддержки является то, что слишком маленькая поддержка правила делает его статистически необоснованным. 2) Правило со слишком большой поддержкой с точки зрения статистики представляет собой большую ценность, но с практической точки зрения это, скорее всего, означает то, что либо правило всем известно, либо товары, присутствующие в нем, являются лидерами продаж, откуда следует их низкая практическая ценность. Правило со слишком большой достоверностью практической ценности в контексте решаемой задачи не имеет, т.к. товары, входящие в следствие, покупатель, скорее всего, уже купил. Но ассоциативные правила с высокой поддержкой могут применяться для формализации хорошо известных правил, например в автоматизированных системах для управления процессами или персоналом.

3) Уменьшение порога достоверности также приводит к увеличению количества правил. Значение минимальной достоверности также не должно

быть слишком маленьким, так как ценность правила с достоверностью 5 % чаще всего настолько мала, что это и правилом считать нельзя. 4)

Интерпретация ассоциативных правил. Дело в том, что ассоциативные правила сами по себе, как результат работы некоторого алгоритма, еще не готовы к использованию. Их нужно проинтерпретировать, т.е. понять, какие из ассоциативных правил представляют интерес, действительно ли правила отражают закономерности или, наоборот, являются артефактом.

Это требует тщательной работы аналитика и понимания предметной области, в которой решается задача ассоциации. Все множество ассоциативных правил можно разделить на три вида: 1) Полезные правила содержат действительную информацию, которая ранее была неизвестна, но имеет логичное объяснение. Такие правила могут быть использованы для принятия решений, приносящих выгоду. 2) Тривиальные правила содержат действительную и легко объяснимую информацию, которая уже известна. Такие правила, хотя и объяснимы, но не могут принести какой-либо пользы, т.к. отражают известные законы в исследуемой области или результаты прошлой деятельности. При анализе рыночных корзин в правилах с самой высокой поддержкой и достоверностью окажутся товары-лидеры продаж. Практическая ценность таких правил крайне низка.

3) Непонятные правила содержат информацию, которая не может быть объяснена. Такие правила могут быть получены или на основе аномальных значений, или глубоко скрытых знаний. Напрямую такие правила нельзя использовать для принятия решений, т.к. их необъяснимость может привести к непредсказуемым результатам. Для лучшего понимания требуется дополнительный анализ. Варьируя верхним и нижним пределами поддержки и достоверности, можно избавиться от очевидных и неинтересных закономерностей, можно найти действительно интересные и полезные правила. В рассматриваемом примере, исходя из характера имеющихся данных, укажем границы поддержки – 13 % и 80 %, и достоверности – 60 % и 90 %. В результате количество популярных наборов и количество правил увеличится (рис. 49).

Появились новые правила. Например, если покупатель приобрел макаронные изделия, то он с вероятностью 83,3 % также приобретет кетчупы и соусы. Это правило можно отнести к тривиальным, так как

товары, присутствующие в нем, являются лидерами продаж (см. рис. 51), они имеют высокую поддержку.

Анализ «Что если» в ассоциативных правилах позволяет ответить на вопрос: «Что получим в качестве следствия, если выберем данные условия?

Например, какие товары приобретаются совместно с выбранными товарами?» В окне слева расположен список всех элементов транзакций. Справа от каждого элемента указана поддержка «Сколько раз данный элемент встречается в транзакциях?» В правом верхнем углу расположен список элементов, входящих в условие. Это, например, список товаров, которые приобрел покупатель. Для них нужно найти следствие. Например, товары, приобретаемые совместно с ними, чтобы предложить человеку то, что он, возможно, забыл купить. В правом нижнем углу расположен список следствий. Справа от элементов списка отображается поддержка и достоверность. Пусть необходимо проанализировать, что, возможно, забыл покупатель приобрести, если он уже взял вафли и мед? Для этого необходимо добавить в список условий эти товары (например, с помощью двойного щелчка мыши) и затем нажать на кнопку «Вычислить правила». При этом в списке следствий появятся товары, совместно приобретаемые с данными. В данном случае появятся «сухари», «чай», «сухари и чай». Возможно, покупатель забыл приобрести сухари или чай, или и то и другое.

Существующий в АП Deductor набор визуализаторов позволяет эксперту найти интересные, необычные закономерности, понять, почему так происходит и применить их на практике. Результаты анализа можно применить и для сегментации покупателей по поведению при покупках, и для анализа предпочтений клиентов, и для планирования расположения товаров в супермаркетах, кросс-маркетинге. В данном примере найденные правила можно использовать для сегментации клиентов на два сегмента: клиенты, покупающие макаронные изделия и соусы к ним, и клиенты, покупающие все к чаю. В разрезе анализа предпочтений можно узнать, что наибольшей популярностью в данном магазине пользуются чай, мед, макаронные изделия, кетчупы, соусы и аджика. В разрезе размещения товаров в супермаркете можно применить результаты предыдущих двух анализов – располагать чай рядом с медом, а кетчупы, соусы и аджику – рядом с макаронными изделиями и т.д.

## Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно» или «плохо»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно» или «плохо»

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения 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 несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	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 несущественными 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	При решении	Имеется	Продemonс	Продemonс	Продemonс	Продemonс

	базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	трированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	трированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	трированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	ирован творческий подход к решению нестандартных задач
--	---	---	--	---	---	---	--

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-4

1. Понятие искусственной нейронной сети. История развития исследований в этой области.
2. Уровни реализации искусственных нейронных сетей. Нейрокомпьютер. Сравнение архитектуры нейрокомпьютера и архитектуры фон-Неймана.
3. Задачи, решаемые искусственными нейронными сетями.
4. Области применения искусственных нейронных сетей.

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.

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 социальноэкономических 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, финансовоэкономической, 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 (М 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.

### **5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-8**

5. Структура и свойства искусственного нейрона.
6. Классификация нейронных сетей и их свойства.
7. Полносвязные сети прямого распространения. Оценка числа нейронов в скрытых слоях однородных нейронных сетей.
8. Обучение нейронной сети. Схема процесса обучения. Качество обучения.
9. Обучение с учителем. Алгоритм обратного распространения ошибки.
10. Обучение без учителя. Алгоритм Хебба.

#### **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?

### **5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-9**

11. Настройка числа нейронов в скрытых слоях многослойных нейронных сетей в процессе обучения.
12. Применение обученной нейронной сети.
13. Модели ассоциативной памяти.
14. Персептрон. Проблема «исключающего ИЛИ».
15. Нейронные сети с обратными связями. Сеть Хопфилда. Проблема устойчивости сетей с обратными связями.
16. Нейронные сети с обратными связями. Сеть Хемминга.
17. Когнитрон. Возбуждающие и тормозящие нейроны.

18. Неокогнитрон. Плоскости простых и сложных нейронов.

19. Программы, моделирующие работу нейронных сетей. Основные этапы решения задачи с применением нейропакета.

20. Постановка задачи классификации. Задача об ирисах Фишера.

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 правящей 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.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
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»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно»,

Оценка	Критерии оценивания
	ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

#### **5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-4**

1. Программные нормативные документы по развитию искусственного интеллекта (ИИ) в РФ до 2030 г.
2. Предмет и содержание курса НС.
3. Развитие ИИ, нейросетевых технологий и технологий эволюционного моделирования.
4. Перспективные применения НС.
5. Особенности нейрокомпьютеров и НС. Области применения.
6. Структура и модель НС. Динамика НС (закон активации, закон обучения, закон взаимодействия).
7. Нейроподобный элемент и закон активации.

#### **5.3.5 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-8**

8. Закон обучения НС.
9. Закон взаимодействия НС.
10. Общий алгоритм интеллектуального анализа данных методом нейросетевого моделирования.
11. Постановка задачи при нейросетевом моделировании.
12. Формирование примеров при нейросетевом моделировании.
13. Первоначальное проектирование НС.
14. Обучение НС.

#### **5.3.6 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-9**

15. Проверка и оптимизация НС.
16. Проведение интеллектуального анализа данных посредством использования НС.
17. Определение количества весов и количества нейронов в скрытых слоях НС.
18. Рекомендации при первом обучении НС.
19. Нормализация входных и выходных данных для НС.

## 20. Два подхода к обучению НС.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
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»
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»

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### Основная литература:

1. Данилов В. В. Нейронные сети : учебное пособие / Данилов В. В. - Донецк : ДонНУ, 2020. - 158 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ДонНУ - Информатика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=779798&idb=0>.
2. Горбаченко В. И. Интеллектуальные системы: нечеткие системы и сети : учебное пособие / В. И. Горбаченко, Б. С. Ахметов, О. Ю. Кузнецова. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 105 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-08359-0. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=842938&idb=0>.
3. Остроух А. В. Интеллектуальные информационные системы и технологии : монография / Остроух А. В., Николаев А. Б.; Николаев А. Б. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 308 с. - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-507-48511-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=884019&idb=0>.
4. Остроух А. В. Системы искусственного интеллекта : монография / Остроух А. В., Суркова Н. Е.;

Суркова Н. Е. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 228 с. - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-507-47478-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=887912&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Ростовцев В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / Ростовцев В. С. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 216 с. - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-507-47362-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=886351&idb=0>.

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

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: 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.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 09.04.03 - Прикладная информатика.

Автор(ы): Трифонов Юрий Васильевич, доктор экономических наук, профессор  
Сочков Андрей Львович, кандидат технических наук, доцент.

Рецензент(ы): Визгунов Александр Николаевич, кандидат экономических наук.

Заведующий кафедрой: Трифонов Юрий Васильевич, доктор экономических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.11.2024, протокол № № 5.