

# прикладной информатики и высшей математики

## 1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Рабочая программа дисциплины «Экспертные системы» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 19.09.2017 №922 (с изменениями и дополнениями от 26.11.2020, 08.02.2021, 19.07.2022, 27.02.2023), и учебного плана направления подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика», профиль «Прикладная информатика в цифровой экономике» (программа бакалавриата).

Трудоемкость дисциплины составляет 4 ЗЕТ / 144 академических часов, в том числе 32 часов контактной работы и 76 часов самостоятельной работы обучающихся.

### Распределение часов дисциплины по семестрам и видам занятий (по учебному плану)

| Вид учебной работы                             |                  | Количество часов        |          |   |   |   |   |   |   |               |   |
|------------------------------------------------|------------------|-------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---------------|---|
|                                                |                  | Всего по учебному плану | Семестры |   |   |   |   |   |   |               |   |
|                                                |                  |                         | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8             | 9 |
| <b>Контактная работа (всего):</b>              |                  | <b>32</b>               |          |   |   |   |   |   |   | 32            |   |
| в том числе:                                   |                  |                         |          |   |   |   |   |   |   |               |   |
| Лекции                                         |                  | 8                       |          |   |   |   |   |   |   | 8             |   |
| Практические занятия                           |                  | 16                      |          |   |   |   |   |   |   | 16            |   |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)          |                  | 8                       |          |   |   |   |   |   |   | 8             |   |
| <b>Самостоятельная работа (всего):</b>         |                  | <b>76</b>               |          |   |   |   |   |   |   | 76            |   |
| <b>Виды промежуточной аттестации (экзамен)</b> |                  | <b>экзамен<br/>36</b>   |          |   |   |   |   |   |   | экзамен<br>36 |   |
| <b>ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины:</b>          | <b>Часы:</b>     | <b>144</b>              |          |   |   |   |   |   |   | 144           |   |
|                                                | <b>Зач. ед.:</b> | <b>4</b>                |          |   |   |   |   |   |   | 4             |   |

## 2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель дисциплины** – ознакомить обучающихся с новой перспективной областью информатики, сформировать целостное представление о базовых моделях экспертных систем и их структуре, о принципах построения экспертных систем для решения задач распознавания образов, диагностики и управления, сформировать навыки разработки экспертных систем, подготовить обучающихся к появлению на рынке нейрокомпьютеров и нейроинтерфейсов.

**Задачи дисциплины:**

- развить навыки по описанию информационного обеспечения и реализации бизнес-процессов заказчика с использованием экспертных систем;
- сформировать у обучающихся компетенции в области использования экспертных систем в сфере управления деятельностью предприятия;
- развить навыки применения системного подхода к информатизации и автоматизации решения прикладных задач;
- дать представление об инструментах интеллектуального анализа данных;
- формирование навыков владения основными парадигмами построения экспертных систем для решения задач, управления с помощью экспертных систем;
- развитие основных представлений о структуре экспертных систем.

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

Учебная дисциплина «Экспертные системы» относится к элективным дисциплинам (по выбору) части Блока 1. Дисциплины (модули), формируемой участниками образовательных отношений. Изучение данной дисциплины базируется на материале, изученном в дисциплинах «Общие информационные технологии», «Цифровое обеспечение профессиональной деятельности». Более успешному освоению дисциплины будут также способствовать знания и умения, приобретенные во время прохождения дисциплины «Технология разработки объектно-ориентированных приложений на Python». Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, будут востребованы при написании выпускной квалификационной работы.

### 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Результаты освоения образовательной программы (компетенции обучающихся) устанавливаются в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки и профессиональными стандартами, соответствующими профессиональной деятельности выпускников, а также на основе анализа требований работодателей, предъявляемых к выпускникам. Планируемые результаты освоения дисциплины (знания, умения, навыки) соотносятся с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций, что обеспечивает формирование у обучающихся запланированных результатов освоения образовательной программы.

| Шифр и название компетенции              | Индикаторы компетенции                                             | Планируемые результаты обучения по дисциплине                        |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| ПК-1<br>Способен выявлять информационные | ПК-1.1. Проводит обследование организаций, выявляет информационные | <b>Знать:</b><br>- понятие, назначение и свойства экспертных систем, |

|                                                                                                                                     |                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>потребности пользователей и составлять техническое задание на разработку информационной системы</p>                              | <p>потребности заказчика, используя цифровые инструменты и облачные решения для сбора и анализа данных</p> | <p>основные режимы работы, преимущества применения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типы и направления развития систем извлечения знаний;</li> <li>- состав участников экспертных систем, их функции, неоднозначность термина «пользователь»;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять сбор, обработку и анализ информации, входящей в базу экспертной системы и необходимой для ее разработки;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками формализованного представления требований на разработку экспертной системы;</li> </ul>                                                                                                                                                                                |
| <p><b>ПК-2</b><br/>Способен принимать участие в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла</p> | <p><b>ПК-2.1.</b> Моделирует прикладные процессы предметной области с учетом цифровизации бизнеса</p>      | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- суть процесса выявления знаний, методы экспертного оценивания (ранжирование, парное сравнение, непосредственная оценка), связь эмпирических и числовых систем;</li> <li>- основы теории субъективных вероятностей и построения экспертных систем на основе математической логики событий, проблемы проектирования и создания экспертных систем с неопределенными знаниями;</li> <li>- основные термины и понятия теории генетических алгоритмов;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять логические модели для представления знаний в экспертных системах;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками моделирования прикладных процессов в экспертных системах;</li> </ul> |

|                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                      | <p><b>ПК-2.2.</b> Разрабатывает модель информационной системы, в том числе с опорой на современные облачные решения</p>                                                                                                        | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы и способы моделирования экспертных систем в соответствии с существующими стандартами</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- планировать этапы разработки экспертных системы с использованием инструментальных средств;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками разработки моделей экспертных систем</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p><b>ПК-3</b><br/>Способен разрабатывать информационные системы</p> | <p><b>ПК-3.1.</b> Осуществляет кодирование на современных языках программирования, в том числе используя возможности специализированных цифровых платформ для индивидуальной и совместной разработки информационных систем</p> | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- возможности и составляющие надстройки ExcelPython для обработки и анализа данных в экспертных системах;</li> <li>- основные алгоритмические конструкции, синтаксис и формат запросов, построенных на нечеткой логике;</li> <li>- основные объекты и элементы управления надстройкой ExcelPython для интеграции в экспертные системы;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- создавать систему запросов, основанных на нечеткой логике с помощью надстройки ExcelPython;</li> <li>- создавать систему управления базами данных для обработки и анализа массивов данных для использования в экспертных системах;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с объектами экспертных систем;</li> <li>- навыками разработки компонентов экспертных систем;</li> <li>- навыками отладки экспертных систем.</li> </ul> |

## 5. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Семестр изучения: 8

| Раздел,<br>модуль                                                                                    | Подраздел, тема                                                                                                                           | Виды учебной работы         |                             |                                       |                        |                                                   | Промежу-<br>точная<br>аттестаци<br>я<br>в часах | Форма<br>текущего<br>контроля | Формир<br>уемые<br>компете<br>нции |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
|                                                                                                      |                                                                                                                                           | Контактная работа (в часах) |                             |                                       | Самостоятельная работа |                                                   |                                                 |                               |                                    |
|                                                                                                      |                                                                                                                                           | Лек-<br>ции                 | Практиче<br>ские<br>занятия | КСР<br>(пропорци<br>онально<br>темам) | в<br>часах             | формы<br>организации<br>самостоятельной<br>работы |                                                 |                               |                                    |
| Раздел 1.<br>Введение<br>в<br>экспертн<br>ые<br>системы.<br>Основные<br>понятия и<br>определен<br>ия | Тема 1. Назначения и основные свойства ЭС. Состав и взаимодействие участников построения и эксплуатации ЭС. Преимущества использования ЭС | 0,5                         |                             |                                       | 2                      | Повторение лекционного материала                  | -                                               | Устный опрос                  | ПК-1.1                             |
|                                                                                                      | Тема 2. Особенности построения и организации ЭС. Основные режимы работы ЭС. Отличие ЭС от традиционных программ. Технология разработки ЭС | 0,5                         |                             |                                       | 2                      | Повторение лекционного материала                  | -                                               | Устный опрос                  | ПК-2.2                             |
| Раздел 2.<br>Выявлен<br>ие знаний<br>от<br>экспертов                                                 | Тема 3. Экспертное оценивание как процесс измерения. Связь эмпирических и числовых систем                                                 | 0,5                         |                             |                                       | 3                      | Повторение лекционного материала                  | -                                               | Устный опрос                  | ПК-2.1                             |
|                                                                                                      | Тема 4. Методы измерения степени влияния объектов. Метод ранжирования. Метод парных сравнений. Метод непосредственной оценки              | 0,5                         |                             |                                       | 3                      | Повторение лекционного материала                  | -                                               | Устный опрос                  | ПК-2.1                             |
| Раздел 3.<br>ЭС с<br>неопредел                                                                       | Тема 5. Неопределенности в ЭС и проблемы порождаемые ими. Теория субъективных вероятностей                                                | 0,5                         |                             |                                       | 3                      | Повторение лекционного материала                  | -                                               | Устный опрос                  | ПК-2.1                             |

|                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                     |     |  |  |   |                                                                      |   |              |                            |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|--|---|----------------------------------------------------------------------|---|--------------|----------------------------|
| <b>енными знаниями</b>                                                 | Тема 6. Байесовское оценивание. Теорема Байеса как основа управления неопределенностью                                                                                                                                              | 0,5 |  |  | 3 | Повторение лекционного материала                                     | - | Устный опрос | ПК-2.1                     |
| <b>Раздел 4. Логический вывод на основе субъективной вероятности</b>   | Тема 7. Простейший логический вывод. Распространение вероятностей в ЭС. Последовательное распространение вероятностей                                                                                                               | 0,5 |  |  | 3 | Повторение лекционного материала                                     | - | Устный опрос | ПК-2.1                     |
|                                                                        | Тема 8. ЭС использующие субъективные вероятности                                                                                                                                                                                    | 0,5 |  |  | 3 | Повторение лекционного материала                                     |   | Устный опрос | ПК-2.1                     |
| <b>Раздел 5. Байесовские сети доверия как средство разработки и ЭС</b> | Тема 9. Основные понятия и определения. Пример построения простейшей байесовской сети доверия                                                                                                                                       | 1   |  |  | 3 | Повторение лекционного материала                                     |   | Устный опрос | ПК-2.1, ПК-2.2             |
|                                                                        | Тема 10. Процесс рассуждения (вывода) в байесовских сетях доверия. Байесовские сети доверия как одно из направлений современных ЭС. Представление знаний с использованием байесовской сети доверия и условная независимость событий | 1   |  |  | 3 | Повторение лекционного материала                                     |   | Устный опрос | ПК-2.1, ПК-2.2             |
| <b>Раздел 6. Интеллектуальные системы извлечения новых знаний</b>      | Тема 11. Основные типы систем извлечения знаний. Основные сведения об эволюционных вычислениях. Естественный отбор в природе                                                                                                        | 1   |  |  | 3 | Повторение лекционного материала, подготовка к практическим занятиям |   | Устный опрос | ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>ПК-3.1 |

|                                                |                                                                                                                                                                                    |   |   |  |   |                                    |  |                            |                                      |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|---|------------------------------------|--|----------------------------|--------------------------------------|
| <b>эволюционные<br/>вычислений</b>             | Тема 12. Генетические алгоритмы. Основные понятия. Простой пример работы генетического алгоритма. Основные отличия генетического алгоритмов от традиционных методов поиска решений | 1 |   |  | 3 | Повторение лекционного материала   |  | Устный опрос               | ПК-2.1<br>ПК-2.2                     |
| <b>Блок<br/>практи-<br/>ческих<br/>занятий</b> | Работа 1. Построение простейшей экспертной системы в MS Office Excel                                                                                                               |   | 2 |  | 7 | Подготовка к практическим занятиям |  | Проверка выполненных работ | ПК-3.1                               |
|                                                | Работа 2. Знакомство с интерфейсом программы MiniExpSystem, редактором базы данных. Запуск программы, работа с примерами баз данных                                                |   | 2 |  | 7 | Подготовка к практическим занятиям |  | Проверка выполненных работ | ПК-3.1                               |
|                                                | Работа 3. Байесовский алгоритм в MiniExpSystem, разработка своей базы данных                                                                                                       |   | 2 |  | 7 | Подготовка к практическим занятиям |  | Проверка выполненных работ | ПК-3.1                               |
|                                                | Работа 4. Знакомство с интерфейсом программы ESWin, редактором базы данных. Запуск программы, работа с примерами баз данных                                                        |   | 2 |  | 7 | Подготовка к практическим занятиям |  | Проверка выполненных работ | ПК-3.1                               |
|                                                | Работа 5. ESWin, разработка своей экспертной базы данных.                                                                                                                          |   | 4 |  | 7 | Подготовка к практическим занятиям |  | Проверка выполненных работ | ПК-1.1<br>ПК-2.2<br>ПК-3.1           |
|                                                | Работа 6. Разработка экспертной системы на базе ESWin                                                                                                                              |   | 4 |  | 7 | Подготовка к практическим занятиям |  | Проверка выполненных работ | ПК-1.1<br>ПК-2.1<br>ПК-2.2<br>ПК-3.1 |

|         |     |    |   |    |                                             |    |   |   |
|---------|-----|----|---|----|---------------------------------------------|----|---|---|
| Экзамен | -   | -  | - | -  | Подготовка к<br>промежуточной<br>аттестации | 36 | - | - |
| Всего   | 8   | 16 | 8 | 76 | -                                           | 36 |   |   |
|         | 144 |    |   |    |                                             |    |   |   |

## **6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Раздел 1. Введение в Экспертные системы. Основные понятия и определения.**

#### **Тема 1. Назначения и основные свойства ЭС. Состав и взаимодействие участников построения и эксплуатации ЭС. Преимущества использования ЭС.**

Понятие экспертной системы (ЭС). Виды задач, решаемых с помощью ЭС. Основные свойства ЭС: накопление и организация знаний, применение опыта, прогнозирование, обучение и тренировка, память. Институциональная память как новое качество ЭС. Основные участники ЭС: экспертная система, эксперты, инженеры знаний, средства построения ЭС и пользователи. Понятие эксперта, инженера знаний, пользователя ЭС, средства построения. Неоднозначность термина «пользователь» в экспертной системе. Преимущества и положительные качества искусственной компетенции: постоянство, легкость передачи и воспроизведения, устойчивость и воспроизводимость результатов, невысокая стоимость.

#### **Тема 2. Особенности построения и организации ЭС. Основные режимы работы ЭС. Отличие ЭС от традиционных программ. Технология разработки ЭС**

Факты и правила в ЭС, понятие коэффициента доверия. Алгоритмический и эвристический методы решения задач. Эвристические и эмпирические правила построения ЭС. Состав статических ЭС: база знаний, компонент приобретения знаний, механизм вывода (интерпретатор и диспетчер), рабочая память, диалоговый компонент. Дополнительные компоненты динамических ЭС (подсистемы моделирования внешнего мира и сопряжения с ним). два основных режима работы: приобретения знаний и режим решения задачи (режим консультации или режим использования). Особенности ЭС: компетентность, возможность к символическим рассуждениям, глубина, самосознание. Последовательность разработки: идентификация, концептуализация, формализация, выполнение (наполнение базы знаний), тестирование, опытная эксплуатация.

### **Раздел 2 Выявление знаний от экспертов.**

#### **Тема 3. Экспертное оценивание как процесс измерения. Связь эмпирических и числовых систем.**

Эффективность этапов разработки, суть процесса выявления знаний, экспертное оценивание как процесс измерения, использование в качестве показателей сравнения пространственно-временных, физических, психических и других свойств и характеристики объектов. Процедура сравнения: определение причинно-следственной связи между объектами, установление степени влияния одних объектов на другие. Понятие подобности двух систем, проблема единственности, допустимое преобразование шкалы.

#### **Тема 4. Методы измерения степени влияния объектов. Метод ранжирования. Метод парных сравнений. Метод непосредственной оценки.**

Методы экспертного оценивания: ранжирование, парное сравнение, непосредственная оценка. Понятия ранжирования, варианты упорядочения объектов, Удобство использования связанных рангов. Отличие парного сравнения от ранжирования, переход от эмпирической системы к числовой системе, представление результатов сравнения. Процедура непосредственной оценки, использование числовых и нечисловых шкал.

#### **Раздел 3 Система принятия решений на основе математической логики событий.**

#### **Тема 5. Неопределенности в ЭС и проблемы порождаемые ими. Теория субъективных вероятностей.**

Ситуации неопределенности в ЭС. Проблемы проектирования и создания ЭС с неопределенными знаниями: как количественно выразить степень определенности при установлении истинности (или ложности) некоторой части данных, как выразить степень поддержки заключения конкретной посылкой, как использовать совместно две (или более) посылки, независимо влияющие на заключение, как быть в ситуации, когда нужно обсудить цепочку вывода для подтверждения заключения в условиях неопределенности? Существующие интерпретации теории вероятностей (объективистский взгляд, персонифицированный, субъективистский или основанный на суждениях взгляд, необходимый или логический) и различные схемы вывода. Основные понятия теории вероятностей: выборочное пространство или пространство событий, совместной вероятностью событий, условная вероятность событий.

#### **Тема 6. Байесовское оценивание. Теорема Байеса как основа управления неопределенностью.**

Правило Байеса. Связь между теорией вероятностей и теорией множеств. Путь для получения условной вероятности события В при условии А. Выводы «вперед и назад», управление неопределенностью.

#### **Раздел 4. Логический вывод на основе субъективной вероятности.**

#### **Тема 7. Простейший логический вывод. Распространение вероятностей в ЭС. Последовательное распространение вероятностей.**

Связь гипотезы со свидетельством, определение априорной вероятности гипотезы, априорные вероятности всех возможных гипотез, условные вероятности возникновения свидетельств при условии наличия каждой из гипотез. апостериорной вероятностью гипотез по наблюдениям, выбор гипотезы с наибольшей вероятностью. Распространения вероятностей по элементам ЭС при поступлении в неё тех или иных свидетельств. Поэтапное распространение вероятностей с суммированием отдельных свидетельств и их

влияния на условную вероятность.

#### **Тема 8. ЭС использующие субъективные вероятности.**

Получение всех априорных и условных вероятностей от экспертов, сложность реализации субъективных вероятностей. Диаграммы влияния (ЭС Pathfinder, IDES). Сеть доверия.

#### **Раздел 5. Байесовские сети доверия как средство разработки ЭС.**

##### **Тема 9. Основные понятия и определения. Пример построения простейшей байесовской сети доверия.**

Байесовские сети доверия, их вершины и дуги. Моделирование ситуаций, содержащих неопределённость, соединение методом причин и следствий. Пример построения ЭС яблочной плантации "яблочного Джека".

##### **Тема 10. Процесс рассуждения (вывода) в байесовских сетях доверия. Байесовские сети доверия как одно из направлений современных ЭС. Представление знаний с использованием байесовской сети доверия и условная независимость событий.**

Следствие байесовской теоремы, оценка графа в обоих направлениях, сопровождение процесса рассуждения распространением по сети вновь поступивших свидетельств, возникновению переходного процесса распространения по байесовской сети доверия вновь поступившего свидетельства, метод noisy or gate. Преимущества байесовских сетей доверия в качестве ЭС: Логический вывод в байесовских сетях доверия является трактуемым с вычислительной точки зрения, психологически проще выполнять субъективное вероятностное оценивание причинно-следственных связей, Метод noisy or gate обеспечивает эффективное вычисление условных вероятностей, теорию вероятности не нарушает общих представлений о "замкнутом мире" объектов. Условная независимость случайных переменных в байесовской сети доверия.

#### **Раздел 6. Интеллектуальные системы извлечения новых знаний эволюционных вычислений.**

##### **Тема 11. Основные типы систем извлечения знаний. Основные сведения об эволюционных вычислениях. Естественный отбор в природе.**

Интеллектуальные системы извлечения новых знаний (обучения и самообучения), системы символьного, нейросетевого и эволюционного (эмерджентного) обучения, Эволюционные вычисления как эвристический подход к решению многомодальных (имеющих несколько локальных экстремумов) оптимизационных задач, эффективность методов эволюционных вычислений для решения ряда реальных задач инженерного проектирования, планирования, маршрутизации и размещения, управления портфелями ценных бумаг, прогнозирования. Основные направления эволюционных вычислений: эволюционное программирование, эволюционные стратегии, генетические алгоритмы.

Естественный отбор как основной механизм эволюции.

**Тема 12. Генетические алгоритмы. Основные понятия. Простой пример работы генетического алгоритма. Основные отличия генетического алгоритмов от традиционных методов поиска решений.**

Основные термины и понятия теории генетических алгоритмов: ген, аллель, локус, хромосома, генотип, особь, фенотип, популяция, размер популяции, поколения. Шаги генетического алгоритма: создание исходной популяции, выбор родителей для размножения, создание потомков, мутация особей, расширение популяций, сокращение популяции до нужного размера. Генетические операторы отбора, скрещивания, мутации, редукции, закон эволюции. Критерии остановки цикла работы генетического алгоритма: сформировано заданное число поколений, исчерпано время, достигнут уровень сходимости. Отличие алгоритма от традиционных методов поиска решений: работа с кодовыми строками, использование сразу нескольких точек поискового пространства и вероятностных правил для порождения новых точек.

**7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ**

В рамках данной учебной дисциплины обучающиеся выполняют самостоятельную внеаудиторную работу в виде: изучения теоретического материала по темам 1-12; подготовке к практическим работам №1, 2, 3, 4, 5, 6; подготовки к промежуточной аттестации.

**8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При изучении данной дисциплины используются следующие образовательные технологии:

| Тема занятия                                                                                                                              | Вид образовательной технологии | Форма проведения занятия |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Тема 1. Назначения и основные свойства ЭС. Состав и взаимодействие участников построения и эксплуатации ЭС. Преимущества использования ЭС | Традиционная технология        | Лекция                   |
| Тема 2. Особенности построения и организации ЭС. Основные режимы работы ЭС. Отличие ЭС от традиционных программ. Технология разработки ЭС | Традиционная технология        | Лекция                   |
| Тема 3. Экспертное оценивание как процесс измерения. Связь эмпирических и числовых систем                                                 | Традиционная технология        | Лекция                   |
| Тема 4. Методы измерения                                                                                                                  | Традиционная технология        | Лекция                   |

|                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------|
| степени влияния объектов.<br>Метод ранжирования. Метод парных сравнений. Метод непосредственной оценки                                                                                                                              |                         |                      |
| Тема 5. Неопределенности в ЭС и проблемы порождаемые ими. Теория субъективных вероятностей                                                                                                                                          | Традиционная технология | Лекция               |
| Тема 6. Байесовское оценивание. Теорема Байеса как основа управления неопределенностью                                                                                                                                              | Традиционная технология | Лекция               |
| Тема 7. Простейший логический вывод. Распространение вероятностей в ЭС. Последовательное распространение вероятностей                                                                                                               | Традиционная технология | Лекция               |
| Тема 8. ЭС использующие субъективные вероятности                                                                                                                                                                                    | Традиционная технология | Лекция               |
| Тема 9. Основные понятия и определения. Пример построения простейшей байесовской сети доверия                                                                                                                                       | Традиционная технология | Лекция               |
| Тема 10. Процесс рассуждения (вывода) в байесовских сетях доверия. Байесовские сети доверия как одно из направлений современных ЭС. Представление знаний с использованием байесовской сети доверия и условная независимость событий | Традиционная технология | Лекция               |
| Тема 11. Основные типы систем извлечения знаний. Основные сведения об эволюционных вычислениях. Естественный отбор в природе                                                                                                        | Традиционная технология | Лекция               |
| Тема 12. Генетические алгоритмы. Основные понятия. Простой пример работы генетического алгоритма. Основные отличия генетического алгоритмов от традиционных методов поиска решений                                                  | Традиционная технология | Лекция               |
| Работа 1. Построение простейшей экспертной системы в MS Office Excel                                                                                                                                                                | Традиционная технология | Практическое занятие |
| Работа 2. Знакомство с интерфейсом программы MiniExpSystem, редактором                                                                                                                                                              | Традиционная технология | Практическое занятие |

|                                                                                                                             |                         |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------|
| базы данных. Запуск программы, работа с примерами баз данных                                                                |                         |                      |
| Работа 3. Байесовский алгоритм в MiniExpSystem, разработка своей базы данных                                                | Традиционная технология | Практическое занятие |
| Работа 4. Знакомство с интерфейсом программы ESWin, редактором базы данных. Запуск программы, работа с примерами баз данных | Традиционная технология | Практическое занятие |
| Работа 5. ESWin, разработка своей экспертной базы данных.                                                                   | Традиционная технология | Практическое занятие |
| Работа 6. Разработка экспертной системы на базе ESWin                                                                       | Традиционная технология | Практическое занятие |

## 9. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 9.1. Формы контроля по дисциплине

**Текущий контроль.** В процессе изучения учебной дисциплины обучающиеся участвуют в устных теоретических опросах, выполняют практические задания. Результаты выполнения практических заданий являются основанием для выставления оценок текущего контроля по данной учебной дисциплине. Выполнение всех практических заданий является обязательным для всех обучающихся. Обучающиеся, не выполнившие в полном объеме все задания, не допускаются к сдаче экзамена по данной учебной дисциплине.

**Промежуточная аттестация.** Для контроля усвоения обучающимися данной дисциплины учебным планом предусмотрен экзамен, который проводится в форме устного ответа на теоретические вопросы.

### 9.2. Оценочные материалы (оценочные средства) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине

**Текущий контроль.**

**Список примерных вопросов для устного опроса**

1. Экспертное оценивание как процесс измерения
2. Связь эмпирических и числовых систем
3. Методы измерения степени влияния объектов
4. Один из подходов к формированию и оценки компетентности группы экспертов
5. Характеристика и режимы работы группы экспертов
6. Задачи обработки экспертных оценок

7. Групповая экспертная оценка объектов при непосредственном оценивании
8. Экспертное оценивание как процесс измерения.
9. Описать связь эмпирических и числовых систем.
10. Каковы методы измерения степени влияния объектов?
11. Подход к формированию и оценке компетентности группы экспертов
12. Характеристика и режимы работы группы экспертов
13. Групповая экспертная оценка объектов при непосредственном оценивании
14. Обработка парных сравнений
15. Неопределенности в экспертных систем и проблемы порождаемые ими.
16. Теория субъективных вероятностей.
17. Что такое байесовское оценивание?
18. Теорема Байеса как основа управления неопределенностью.
19. Простейший логический вывод.
20. Связь гипотезы со свидетельством, определение априорной вероятности гипотезы, условные вероятности возникновения свидетельств при условии наличия каждой из гипотез.
21. Распространения вероятностей по элементам экспертных системах при поступлении в неё тех или иных свидетельств.
22. Распространение вероятностей в экспертных системах.
23. Экспертные системы, использующие субъективные вероятности, привести примеры.
24. Сеть доверия.
25. Определение обобщенных ранжировок
26. Неопределенности в ЭС и проблемы, порождаемые ими
27. Теория субъективных вероятностей
28. Байесовское оценивание
29. Теорема Байеса как основа управления неопределенностью
30. Простейший логический вывод на основе субъективной вероятности
31. Распространение вероятностей в ЭС
32. Последовательное распространение вероятностей
33. ЭС, использующие субъективные вероятности.
34. Байесовские сети доверия как средство разработки ЭС. Основные понятия и определения

35. Поиск в альтернативных пространствах
36. Выбор метода решения задач
37. Основные понятия механизма логического вывода
38. Механизм логического вывода в продукционных системах
39. Понятие о механизме логического вывода в сетевых системах
40. Понятие о механизме логического вывода во фреймовых системах
41. Механизм логического вывода в диагностических системах байесовского типа
42. Особенность управляющей компоненты экспертных систем.
43. Классическая схема управления экспертной системой.
44. Опишите процесс поиска решения в пространстве состояний с формальной точки зрения.
45. Расскажите об основных типах методов поиска решения в пространстве состояний.
46. Расскажите о поиске решений на основе смены состояний.
47. Опишите стратегию поиска решения в ширину.
48. Опишите стратегию поиска решения в глубину.
49. Дайте описание эвристической стратегии поиска..
50. Дайте определение пространства состояний.
51. Расскажите методику представления задач в пространстве состояний.
52. Организация знаний в ЭС
53. Специальные и комплексные модели
54. Взаимодействие элементов структуры экспертной системы

#### **Промежуточная аттестация.**

##### **Список вопросов для подготовки к экзамену**

1. Назначения и основные свойства экспертных систем.
2. Понятие экспертной системы.
3. Участники экспертной системы: эксперт, инженер знаний, средства построения ЭС и пользователь.
4. Преимущества и положительные качества искусственной компетенции.
5. Каковы преимущества использования экспертных систем?
6. Факты и правила в экспертных системах, понятие коэффициента доверия.
7. Алгоритмический и эвристический методы решения задач. Эвристические и эмпирические правила построения экспертных систем.
8. Состав статических экспертных систем.
9. Состав динамических экспертных систем.
10. Особенности построения и организации экспертных систем.

11. Основные режимы работы экспертных систем.
12. Отличие экспертных систем от традиционных программ
13. Технология разработки экспертных систем.
14. Экспертное оценивание как процесс измерения.
15. Описать связь эмпирических и числовых систем.
16. Каковы методы измерения степени влияния объектов?
17. Ранжирование, парное сравнение, непосредственная оценка, в чем принципиальное отличие и сходство?
18. Неопределенности в экспертных систем и проблемы порождаемые ими.
19. Теория субъективных вероятностей.
20. Что такое байесовское оценивание?
21. Теорема Байеса как основа управления неопределенностью.
22. Простейший логический вывод.
23. Связь гипотезы со свидетельством, определение априорной вероятности гипотезы, условные вероятности возникновения свидетельств при условии наличия каждой из гипотез.
24. Распространения вероятностей по элементам экспертных системах при поступлении в неё тех или иных свидетельств.
25. Распространение вероятностей в экспертных системах.
26. Экспертные системы, использующие субъективные вероятности, привести примеры.
27. Сеть доверия.
28. Основные понятия и определения Байесовских сетей доверия.
29. Пример построения простейшей байесовской сети доверия.
30. Процесс рассуждения (вывода) в байесовских сетях доверия.
31. Байесовские сети доверия как одно из направлений современных экспертных систем.
32. Представление знаний с использованием байесовской сети доверия и условная независимость событий.
33. Сопровождение процесса рассуждения распространением по сети вновь поступивших свидетельств, возникновению переходного процесса распространения по байесовской сети доверия вновь поступившего свидетельства
34. Метод noisy or gate.
35. Основные типы систем извлечения знаний.
36. Основные сведения об эволюционных вычислениях.

37. Естественный отбор в природе.
38. Генетические алгоритмы, основные понятия, пример работы генетического алгоритма.
39. Генетические операторы отбора, скрещивания, мутации, редукции.
40. Критерии остановки цикла работы генетического алгоритма
41. Основные отличия генетических алгоритмов от традиционных методов поиска решений.

Порядок проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине для инвалидов и лиц с ОВЗ предусмотрен Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

## **10. РЕСУРСНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ**

Для проведения занятий лекционного типа по данной дисциплине используются аудитории с медиа-оборудованием (проектор, экран, ноутбук) и учебной мебелью.

Для проведения занятий семинарского типа (практических занятий) по данной дисциплине используются компьютерные классы, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет и необходимым программным обеспечением.

Для самостоятельной работы обучающихся используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерами с необходимым программным обеспечением и доступом в Интернет и электронную информационно-образовательную среду вуза.

Для проведения контроля самостоятельной работы по данной дисциплине используются компьютерные классы, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет и необходимым программным обеспечением.

Для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по данной дисциплине используются компьютерные классы, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет и необходимым программным обеспечением.

### **Перечень лицензионного программного обеспечения**

| <b>№ п/п</b> | <b>Наименование</b>                                                                         | <b>Тип ресурса</b>                                                                                                      |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1            | Microsoft Office                                                                            | Сублицензионный договор АО «СофтЛайн Трейд» № /131 от 10.07.2020. Период действия договора и лицензий бессрочный.       |
| 2            | Microsoft Windows                                                                           | Лицензионное соглашение Microsoft - Open Value Subscription для решений Education Solutions №V8265046                   |
| 3            | КонсультантПлюс - справочно-правовая система «Комментарии законодательства» сетевая (смарт- | Лицензионный договор ООО «Консультант Плюс Тольятти» договор № 251 от 01.01.2024 (лицензия бессрочная, договор ежегодно |

|   |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                          |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | комплект Оптимальный - отечественного производства)                                                                                                    | продлеваемый)                                                                                                                                                            |
| 4 | Антивирус Касперского 10 для Windows Workstations (Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – стандартный Russian Edition, отечественного производства) | Сублицензионный договор АО «СофтЛайн Трейд» №Tr000947217 от 04.12.2025 срок действия 10.02.2026 - 11.02.2028. Тип лицензии - проприетарная (17E0-251210-090335-980-xxxx) |

### Перечень свободно распространяемого программного обеспечения

1. Excel Neural Package - аналитическая надстройка для Microsoft Excel, позволяющая работать с нейронными сетями (отечественное ПО).
2. Foxit Reader – Russian – бесплатное прикладное программное обеспечение для просмотра электронных документов в стандарте PDF.

В соответствии с Положением о создании специальных условий для инвалидов и лиц с ОВЗ информационно-технологическая база образовательного процесса предусматривает использование материально-технических средств с учетом различных нозологий инвалидов и лиц с ОВЗ.

## 11. ЛИТЕРАТУРА

### 11.1. Основная литература

| № п/п | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                          | Тип издания     | Количество в библиотеке |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| 1.    | Ездаков, А. Л. Экспертные системы САПР : учеб. пособие / А. Л. Ездаков. - Москва : Форум, 2023. - 159 с. - ISBN 978-5-16-104993-8 (online). -ЭБС Знаниум. - URL: <a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=438081">https://znanium.ru/catalog/document?id=438081</a>                          | учебное пособие | ЭБС                     |
| 2.    | Федотова, Е. Л. Информационные технологии и системы : учеб. пособие / Е. Л. Федотова. - Москва : Инфра-М, 2023. - 351 с. - ISBN 978-5-16-100454-8 (online). -ЭБС Знаниум. - URL: <a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=421073">https://znanium.ru/catalog/document?id=421073</a>          | учебное пособие | ЭБС                     |
| 3.    | Трофимов, В. Б. Экспертные системы в АСУ ТП : учебник / В. Б. Трофимов, И. О. Темкин. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 283 с. - ISBN 978-5-9729-0480-8. -ЭБС Знаниум. - URL: <a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=361758">https://znanium.ru/catalog/document?id=361758</a> | учебник         | ЭБС                     |

### 11.2 Дополнительная литература

1. Емельянов, С. Г. Автоматизированные нечетко-логические системы управления : монография / С. Г. Емельянов, В. С. Титов, М. В. Бобырь. - 2-е изд. - Москва : Инфра-М,

2025. - 266 с. - ISBN 978-5-16-112731-5 (online). -ЭБС Знаниум. - URL: <https://znanium.ru/catalog/document?id=463596>
2. Балдин, К. В. Информационные системы в экономике : учеб. пособие / К. В. Балдин. - Москва : Инфра-М, 2024. - 217 с. - ISBN 978-5-16-104458-2 (online). -ЭБС Знаниум. - URL: <https://znanium.ru/catalog/document?id=435544>
3. Пятаева, А. В. Интеллектуальные системы и технологии : учеб. пособие / А. В. Пятаева, К. В. Раевич. - Красноярск : СФУ, 2018. - 143 с. - ISBN 978-5-7638-3873-2. -ЭБС Знаниум. - URL: <https://znanium.ru/catalog/document?id=342146>
4. Ярушкина, Н. Г. Интеллектуальный анализ временных рядов : учеб. пособие / Н. Г. Ярушкина, Т. В. Афанасьева, И. Г. Перфильева. - Москва : Инфра-М, 2022. - 160 с. - ISBN 978-5-16-110114-8 (online). -ЭБС Знаниум. - URL: <https://znanium.ru/catalog/document?id=399521>

#### **Периодические издания:**

1. Программные продукты и системы: международный научно-практический журнал. – ЭБС Знаниум. - URL : <https://znanium.ru/catalog/magazines/issues?ref=f9bfbfd0e-239e-11e4-99c7-90b11c31de4c>
2. Открытые системы. СУБД : журнал. – УБД ИВИС. – URL: <https://eivis.ru/browse/publication/64072>

#### **11.3. Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы, электронные библиотечные системы:**

1. Znanium: электронно-библиотечная система. – URL: <http://znanium.ru>.
2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека. – URL: <https://elibrary.ru/>.
3. Цифровая библиотека IPRsmart. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/>.
4. Консультант плюс: справочно-правовая система. – URL: T:\consultantplus\cons.exe.
5. УБД ИВИС. – URL : <https://eivis.ru/basic/details>.
6. Электронная библиотека ТАУ. – URL: <http://83.234.207.58/MarcWeb2/Default.asp>.

#### **12. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Успешное освоение дисциплины «Экспертные системы» предполагает посещение лекционных и практических занятий, самостоятельную работу над изучением дополнительного теоретического материала. Рекомендуется перед каждым занятием повторять материал предыдущей лекции, изучать документы, источники основной и дополнительной литературы по пройденной теме, структурировать изученный. Такая

работа с учебным материалом позволит закрепить знания, более эффективно подготовиться к устным опросам и сдаче экзамена по дисциплине, а также выявить «проблемные» места в знаниях и подготовить вопросы к преподавателю.

При выполнении практических заданий по темам 1-6 обучающимся следует обратиться к опыту использования MS Excel. Первоначальные практические навыки работы обучающиеся получают на практических занятиях в аудитории с преподавателем. Для самостоятельной отработки этих навыков рекомендуется использовать предлагаемые программные оболочки, либо воспользоваться аудиториями Академии, специально отведенными для самостоятельной работы. Обучающиеся могут повторять уже знакомые алгоритмы выполнения работ и проанализировать полученные результаты.

Все задания и теоретические материалы размещаются в локальной сети и электронной информационно-образовательной среде Академии.

Выполненные практические работы сдаются преподавателю непосредственно в аудитории либо одним из следующих способов: сохранение в электронной информационно-образовательной среде, отправка преподавателю на почтовый ящик. При отправке преподавателю выполненной работы, по почте обучающемуся следует обеспечить личную идентификацию. Как правило, в теме или тексте письма указывается курс, ФИО обучающегося, дисциплина, тема, по которой выполнена работы. Некоторые практические задания не могут быть сделаны только в рамках выделенного объема контактной работы (в аудитории) и «доделываются» в часы самостоятельной работы. Сдача таких работ на проверку осуществляется теми же самыми способами, что и по окончании практических занятий. Результаты проверки выполненных работ доводятся до сведения, обучающегося во время аудиторных занятий и/или в часы КСР, а также размещаются в электронной информационно-образовательной среде.

Консультации по выполнению практических и самостоятельных работ, обсуждение отметок и допущенных ошибок осуществляется во время КСР на кафедре прикладной информатики или в аудитории по расписанию. Консультации могут осуществляться также посредством асинхронного (почта, ЭИОС) и синхронного (zoom) коммуникационного взаимодействия по предварительной договоренности с преподавателем.

Формой промежуточного контроля по дисциплине выступает экзамен, который проводится в форме устного ответа на теоретические вопросы. Критерии допуска к экзамену и условия его сдачи озвучиваются преподавателем на первых занятиях по дисциплине.

### 13. ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Составил:

Н.Б. Стрекалова, д.п.н., доцент



(подпись)

Заведующий кафедрой

Н.Б. Стрекалова, д.п.н., доцент



(подпись)

Заведующий выпускающей кафедрой

Н.Б. Стрекалова, д.п.н., доцент



(подпись)

Директор БИК

О.В. Балакина



(подпись)

Начальник ООУП

С.В. Фирсова



(подпись)