

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Заместитель директора  
по образовательной деятельности  
НЧИ КФУ Н.Д.Ахметов



« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

Интеллектуальные системы управления

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Мышкина И.Ю. (Кафедра системного анализа и информатики, Отделение информационных технологий и энергетических систем)

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции  |
|------------------|--|
| ПК-2             | Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат   |
| ПК-9             | Способен составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

математический аппарат теории нечетких множеств, нечеткой логики, теории нейронных сетей и генетических алгоритмов;

общие принципы построения интеллектуальных систем управления (ИСУ) с использованием нечеткой логики, нейронных сетей и генетических алгоритмов.

Должен уметь:

применять аппарат нечеткой логики, теории нечетких множеств, нейронных сетей и генетических алгоритмов для решения задач прикладной математики; осуществлять построение и исследование соответствующих нечетких и нейросетевых моделей систем;

составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы в рамках изучаемой дисциплины.

Должен владеть:

методами решения задач прикладной математики с помощью аппарата нечеткой логики, теории нечетких множеств, нейронных сетей и генетических алгоритмов;

навыками планирования выполняемой работы, оценки ресурсов и результатов собственной деятельности при проектировании ИСУ.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.03.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 "Прикладная математика и информатика ( )" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы) на 288 часа(ов).

Контактная работа - 90 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 54 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 162 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

| N  | Разделы дисциплины / модуля  | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Самостоятельная работа |
|----|--|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
|    |  |         | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |
| 1. | Тема 1. Введение. Основные понятия искусственного интеллекта и интеллектуального управления. | 7       | 2  | 0                    | 2                   | 24                     |
| 2. | Тема 2. Основные понятия теории нечетких множеств.   | 7       | 5  | 0                    | 7                   | 14                     |
| 3. | Тема 3. Нечеткая логика.   | 7       | 4  | 0                    | 4                   | 20                     |
| 4. | Тема 4. Интеллектуальные системы управления с использованием нечеткой логики.                | 7       | 5  | 0                    | 6                   | 15                     |
| 5. | Тема 5. Искусственные нейронные сети.  | 7       | 5  | 0                    | 12                  | 20                     |
| 6. | Тема 6. Интеллектуальные системы управления с использованием нейронных сетей.                | 7       | 5  | 0                    | 8                   | 22                     |
| 7. | Тема 7. Генетические алгоритмы.  | 7       | 5  | 0                    | 7                   | 24                     |
| 8. | Тема 8. Интеллектуальные системы управления с использованием генетических алгоритмов.        | 7       | 5  | 0                    | 8                   | 23                     |
|    | Итого  |         | 36   | 0                    | 54                  | 162                    |

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Введение. Основные понятия искусственного интеллекта и интеллектуального управления.

Понятие искусственного интеллекта (ИИ). Развитие представлений об ИИ. Направления отечественных и зарубежных исследований в области ИИ. Роль моделей и методов в ИИ. Мягкие вычисления. Вычислительный интеллект. Классы интеллектуальных систем. Интеллектуальное управление. Цель и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе.

##### Тема 2. Основные понятия теории нечетких множеств.

Нечеткие множества. Нечеткая информация и нечеткие множества. Степень принадлежности элемента нечеткому множеству. Способы представления нечетких множеств. Носитель нечеткого множества. Нечеткие подмножества. Нечеткие множества и лингвистические переменные. Операции над нечеткими множествами. Нечеткие числа. Арифметические операции над нечеткими числами. Нечеткие отношения. Принцип обобщения.

##### Тема 3. Нечеткая логика.

Введение в нечеткую логику. История возникновения нечеткой логики. Нечеткие высказывания и предикаты. Логические операции с нечеткими высказываниями. Нечеткая логика как язык описания систем. Принцип действия нечетких правил. Ключевые понятия нечеткой логики. Нечеткие импликации. Нечеткий логический вывод. Понятие фаззификации и дефаззификации.

##### Тема 4. Интеллектуальные системы управления с использованием нечеткой логики.

Методы нечеткого моделирования, т.е. построения нечетких моделей реальных систем. Нечетко-логическое заключение. Логический вывод. Правила с более чем одним условием. Системы, основанные на правилах. Процедура синтеза нечетких регуляторов.

Методы дефаззификации. Метод максимума. Метод среднего из максимумов. Метод накопления. Метод центра тяжести. Метод центра тяжести для одноточечных множеств. Разновидности механизма логического вывода. Метод максимума-минимума. Метод максимума-произведения.

Общие принципы построения интеллектуальных систем управления на основе нечеткой логики в условиях неопределенности. Основные подходы, ориентированные на синтез нечетких регуляторов.

Процедура синтеза нечетких регуляторов. Программная реализация нечетких регуляторов.

##### Тема 5. Искусственные нейронные сети.

Моделирование нейронов мозга. Первые модели нейрона, формальный нейрон. Классы задач, решаемых с помощью нейронных сетей. Многослойные перцептроны. Алгоритмы обучения, алгоритм обратного распространения ошибки. Архитектуры нейронных сетей (сети прямого распространения сигнала и рекуррентные сети). Нечеткие нейронные сети.

##### Тема 6. Интеллектуальные системы управления с использованием нейронных сетей.

Применение нейронных сетей в задачах идентификации динамических объектов. Общие принципы построения интеллектуальных систем управления на основе нейронных сетей. Процедура синтеза нейронных регуляторов. Синтез нейрорегулятора на основе эталонной модели. Программная реализация нейронных сетей. Синтез нейрорегуляторов с помощью инструментальных средств системы MATLAB.

#### **Тема 7. Генетические алгоритмы.**

Понятие генетического алгоритма. Сферы применения генетического алгоритма. Этапы генетического алгоритма. Простой генетический алгоритм. Основные понятия. Операторы выбора родителей. Рекомбинация. Кроссинговер. Мутация. Операторы отбора особей в новую популяцию. Разновидности генетического алгоритма.

#### **Тема 8. Интеллектуальные системы управления с использованием генетических алгоритмов.**

Практические примеры построения систем управления с использованием генетических алгоритмов. Решение задач оптимизации с помощью генетических алгоритмов. Настройка нечетких регуляторов с помощью генетического алгоритма. Обучение нейронных сетей с помощью генетических алгоритмов. Работа с генетическими алгоритмами с помощью инструментальных средств системы MATLAB.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

#### **6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения**

| Этап             | Форма контроля          | Оцениваемые компетенции | Темы (разделы) дисциплины  |
|------------------|-------------------------|-------------------------|--|
| <b>Семестр 7</b> |                         |                         |  |
|                  | <i>Текущий контроль</i> |                         |  |
| 1                | Лабораторные работы     | ПК-9 , ПК-2             | 2. Основные понятия теории нечетких множеств.<br>3. Нечеткая логика.<br>4. Интеллектуальные системы управления с использованием нечеткой логики.<br>5. Искусственные нейронные сети.<br>6. Интеллектуальные системы управления с использованием нейронных сетей.<br>7. Генетические алгоритмы.<br>8. Интеллектуальные системы управления с использованием генетических алгоритмов. |

| Этап | Форма контроля | Оцениваемые компетенции | Темы (разделы) дисциплины   |
|------|----------------|-------------------------|---|
| 2    | Отчет          | ПК-9 , ПК-2             | 2. Основные понятия теории нечетких множеств.<br>3. Нечеткая логика.<br>4. Интеллектуальные системы управления с использованием нечеткой логики.<br>5. Искусственные нейронные сети.<br>6. Интеллектуальные системы управления с использованием нейронных сетей.<br>7. Генетические алгоритмы.<br>8. Интеллектуальные системы управления с использованием генетических алгоритмов.  |
| 3    | Устный опрос   | ПК-9 , ПК-2             | 1. Введение. Основные понятия искусственного интеллекта и интеллектуального управления.<br>2. Основные понятия теории нечетких множеств.<br>3. Нечеткая логика.<br>4. Интеллектуальные системы управления с использованием нечеткой логики.<br>5. Искусственные нейронные сети.<br>6. Интеллектуальные системы управления с использованием нейронных сетей.<br>7. Генетические алгоритмы.<br>8. Интеллектуальные системы управления с использованием генетических алгоритмов. |
|      | <b>Экзамен</b> | ПК-2, ПК-9              |   |

**6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

| Форма контроля          | Критерии оценивания   |   |  |   | Этап |
|-------------------------|---|---|--|---|------|
|                         | Отлично   | Хорошо  | Удовл.   | Неуд.   |      |
| <b>Семестр 7</b>        |   |   |  |   |      |
| <b>Текущий контроль</b> |   |   |  |   |      |
| Лабораторные работы     | Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям. | Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям. | Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям. | Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям. | 1    |
| Отчет                   | Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.                       | Продемонстрирован средний уровень владения материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.  | Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.   | Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.                                  | 2    |

| Форма контроля | Критерии оценивания   |   |   |   | Этап |
|----------------|---|---|---|---|------|
|                | Отлично   | Хорошо  | Удовл.  | Неуд.   |      |
| Устный опрос   | В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.  | Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.   | Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.  | Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.   | 3    |
| <b>Экзамен</b> | Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала. | Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. | Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. | Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |      |

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 7**

**Текущий контроль**

**1. Лабораторные работы**

Темы 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Лабораторная работа ♦ 1. Фреймовая модель знаний.

Построить фреймовую модель представления знаний в заданной предметной области.

Лабораторная работа ♦ 2. Решение задач по основам теории нечетких множеств.

Лабораторная работа ♦ 3. Изучение основных возможностей пакета Fuzzy Logic программной среды Matlab.

Лабораторная работа ♦ 4. Синтез нечеткого регулятора на основе знаний, полученных от эксперта.

Лабораторная работа ♦ 5. Синтез нечеткого регулятора ПИ/ПД типа.

Лабораторная работа ♦ 6. Изучение многослойного нелинейного персептрона и алгоритма обратного распространения ошибки.

Лабораторная работа ♦ 7. Сеть Хопфилда.

Задание. Создать и обучить сеть Хопфилда распознавать зашумленные изображения 10 букв своего полного имени в русской или латинской транскрипции, исследовать влияние величины искажений на качество распознавания.

Лабораторная работа ♦ 8. Идентификация динамических объектов с применением нейронных сетей.

Задание. Написать программу, реализующую процесс идентификации объекта управления (исследовать при различных параметрах НС: число слоев (2-3), числе нейронов в скрытых слоях и функциях активации).

Лабораторная работа ♦ 9. Синтез нейрорегулятора на основе эталонной модели с помощью инструментальных средств системы MATLAB (Model Reference Controller).

Задание. С помощью инструментальных средств системы MATLAB произвести идентификацию заданного объекта и синтез нейрорегулятора для эталонной модели, задавая различные алгоритмы обучения и варьируя объем обучающего множества, число нейронов в скрытых слоях.

Лабораторная работа ♦ 10. Настройка параметров нечеткого регулятора ПД/ПИ ?-типа с помощью генетических алгоритмов.

## 2. Отчет

Темы 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Отчет по каждой лабораторной работе должен содержать:

- 1) титульный лист;
- 2) цель выполняемой работы;
- 3) задания;
- 4) краткие теоретические сведения;
- 5) перечень используемых функций и инструментов Matlab, используемых при выполнении задания, с подробным описанием;
- 6) листинги всех программ с обязательными комментариями;
- 7) исходные данные;
- 8) полученные на каждом этапе работы данные;
- 9) примеры работы программы;
- 10) выводы по каждому выполненному заданию.

## 3. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Примерные вопросы.

Тема 1.

1. Что понимается под интеллектом? Перечислите различные типы интеллекта.
  2. Дайте определения "искусственного интеллекта" и "вычислительного интеллекта". Сравните между собой эти два понятия.
  3. Перечислите основные направления исследований в области искусственного интеллекта.
  4. Какие классы интеллектуальных систем соответствуют этим направлениям?
  5. Какова роль базы знаний в процессе построения и функционирования системы искусственного интеллекта?
  6. Какие характерные подсистемы входят в состав экспертной системы?
  7. Чем объясняется популярность применения экспертных систем в различных областях знаний?
  8. Что понимается под "знаниями"? Чем отличаются знания от данных?
  9. Какие существуют классы моделей представления знаний? Перечислите их.
  10. В чем преимущество применения логических моделей?
  11. Укажите достоинства и область применения семантических сетей.
  12. В каких случаях целесообразно использование фреймовых моделей?
  13. Чем объясняется популярность применения продукционных моделей представления знаний при построении экспертных систем?
  14. Что понимается под интеллектуальным управлением? Каковы цели и задачи интеллектуального управления?
- Тема 2-4.
15. Что понимается под нечеткой логикой? Почему ее называют "математикой здравого смысла"?
  16. Дайте определение нечеткого множества. Перечислите основные способы задания функций принадлежности.
  17. Что понимается под лингвистической переменной? Приведите примеры.
  18. Назовите основные операции над нечеткими множествами и способы их определения.
  19. Что понимается под S-нормой и T-нормой? Приведите примеры задания этих функций.
  20. Что понимается под нечетким отношением? Приведите соответствующий пример.
  21. Принцип обобщения Заде. Операции над нечеткими числами. Свойства операций над нечеткими числами.
  22. В чем суть механизма логического вывода? Сравните между собой методы Максимума-Минимума и Максимума-Произведения.
  23. Что понимается под дефаззификацией? Назовите основные методы дефаззификации.
  24. Методы построения нечетких моделей.
  25. В чем состоит идея нечеткого управления? Приведите структурную схему системы нечеткого управления.



26. В чем состоит общая процедура синтеза нечетких регуляторов? Каковы преимущества их применения?
  27. Что представляет собой нечеткий регулятор Такаги-Сугено? В чем его отличия от нечеткого регулятора Мамдани?
  28. Укажите основные коммерческие пакеты прикладных программ, используемые для построения и анализа нечетких систем управления.
- Тема 5-6.
29. Перечислите основные функции различных частей головного мозга.
  30. Какую структуру имеет биологический нейрон? Каким образом осуществляется взаимодействие нейронов в центральной нервной системе?
  31. Что понимается под формальным нейроном Мак-Каллока-Питтса? Как записывается условие возбуждения формального нейрона?
  32. В чем суть проблемы "Исключающего ИЛИ"? В классе каких нейронных сетей данная проблема имеет решение?
  33. Какой вид имеет обобщенная модель искусственного нейрона? Запишите условие возбуждения данного нейрона.
  34. Приведите структурную схему многослойного персептрона. В чем состоит идея обучения данной нейронной сети?
  35. В чем заключаются преимущества использования алгоритма обратного распространения? Охарактеризуйте основные проблемы, возникающие при обучении многослойных нейронных сетей, и пути их преодоления.
  36. Почему многослойные персептроны называют "универсальными аппроксиматорами"? К чему сводится решение задачи аппроксимации функции с помощью персептрона?
  37. Приведите структуру радиально-базисной сети. Как осуществляется обучение этой сети?
  38. Что представляет собой сеть Хопфилда? Сформулируйте достаточные условия устойчивости сети Хопфилда.
  39. Для решения каких задач используется сеть Хопфилда.
  40. Какие задачи и каким образом решаются с помощью сети Кохонена? Почему эта сеть называется "самоорганизующейся"?
  41. Приведите общую структуру рекуррентной нейронной сети, а также сети Элмана. Какие задачи решаются с помощью этих сетей?
  42. В чем заключается идея построения нечеткой нейронной сети? Приведите структуру сети ANFIS, объясните принцип её действия.
  43. В чем заключаются преимущества нейроуправления? Приведите примеры построения структурных схем нейросетевых САУ.
  44. Дайте общую характеристику процедуры проектирования нейросетевой САУ.
  45. Как решается задача идентификации с помощью нейронных сетей?
  46. В чем состоит идея синтеза нейросетевого регулятора?.
- Тема 7-8.
47. Дайте определение генетического алгоритма. Для решения каких задач применяются генетические алгоритмы?
  48. Приведите общую схему стандартного генетического алгоритма. Дайте определения основных генетических операций и функции пригодности.
  49. Укажите возможные модификации реализации генетических алгоритмов.
  50. Приведите примеры использования генетических алгоритмов для решения задач управления динамическими объектами.

### Экзамен

Вопросы к экзамену:

Вопросы к экзамену

1. Что понимается под интеллектом? Перечислите различные типы интеллекта.
2. Дайте определения "искусственного интеллекта" и "вычислительного интеллекта". Сравните между собой эти два понятия.
3. Перечислите основные направления исследований в области искусственного интеллекта.
4. Какие классы интеллектуальных систем соответствуют этим направлениям?
5. Какова роль базы знаний в процессе построения и функционирования системы искусственного интеллекта?
6. Какие характерные подсистемы входят в состав экспертной системы?
7. Чем объясняется популярность применения экспертных систем в различных областях знаний?
8. Что понимается под "знаниями"? Чем отличаются знания от данных?
9. Какие существуют классы моделей представления знаний? Перечислите их.
10. В чем преимущество применения логических моделей?
11. Укажите достоинства и область применения семантических сетей.
12. В каких случаях целесообразно использование фреймовых моделей?
13. Чем объясняется популярность применения продукционных моделей представления знаний при построении экспертных систем?
14. Что понимается под интеллектуальным управлением? Каковы цели и задачи интеллектуального управления?
15. Что понимается под нечеткой логикой? Почему ее называют "математикой здравого смысла"?

16. Дайте определение нечеткого множества. Перечислите основные способы задания функций принадлежности.
17. Что понимается под лингвистической переменной? Приведите примеры.
18. Назовите основные операции над нечеткими множествами и способы их определения.
19. Что понимается под S-нормой и T-нормой? Приведите примеры задания этих функций.
20. Что понимается под нечетким отношением? Приведите соответствующий пример.
21. Принцип обобщения Заде. Операции над нечеткими числами. Свойства операций над нечеткими числами.
22. В чем суть механизма логического вывода? Сравните между собой методы Максимума-Минимума и Максимума-Произведения.
23. Что понимается под дефаззификацией? Назовите основные методы дефаззификации.
24. Методы построения нечетких моделей.
25. В чем состоит идея нечеткого управления? Приведите структурную схему системы нечеткого управления.
26. В чем состоит общая процедура синтеза нечетких регуляторов? Каковы преимущества их применения?
27. Что представляет собой нечеткий регулятор Такаги-Сугено? В чем его отличия от нечеткого регулятора Мамдани?
28. Укажите основные коммерческие пакеты прикладных программ, используемые для построения и анализа нечетких систем управления.
29. Перечислите основные функции различных частей головного мозга.
30. Какую структуру имеет биологический нейрон? Каким образом осуществляется взаимодействие нейронов в центральной нервной системе?
31. Что понимается под формальным нейроном Мак-Каллока-Питтса? Как записывается условие возбуждения формального нейрона?
32. В чем суть проблемы "Исключающего ИЛИ"? В классе каких нейронных сетей данная проблема имеет решение?
33. Какой вид имеет обобщенная модель искусственного нейрона? Запишите условие возбуждения данного нейрона.
34. Приведите структурную схему многослойного персептрона. В чем состоит идея обучения данной нейронной сети?
35. В чем заключаются преимущества использования алгоритма обратного распространения? Охарактеризуйте основные проблемы, возникающие при обучении многослойных нейронных сетей, и пути их преодоления.
36. Почему многослойные персептроны называют "универсальными аппроксиматорами"? К чему сводится решение задачи аппроксимации функции с помощью персептрона?
37. Приведите структуру радиально-базисной сети. Как осуществляется обучение этой сети?
38. Что представляет собой сеть Хопфилда? Сформулируйте достаточные условия устойчивости сети Хопфилда.
39. Для решения каких задач используется сеть Хопфилда.
40. Какие задачи и каким образом решаются с помощью сети Кохонена? Почему эта сеть называется "самоорганизующейся"?
41. Приведите общую структуру рекуррентной нейронной сети, а также сети Элмана. Какие задачи решаются с помощью этих сетей?
42. В чем заключается идея построения нечеткой нейронной сети? Приведите структуру сети ANFIS, объясните принцип её действия.
43. В чем заключаются преимущества нейроуправления? Приведите примеры построения структурных схем нейросетевых САУ.
44. Дайте общую характеристику процедуры проектирования нейросетевой САУ.
45. Как решается задача идентификации с помощью нейронных сетей?
46. В чем состоит идея синтеза нейросетевого регулятора?
47. Дайте определение генетического алгоритма. Для решения каких задач применяются генетические алгоритмы?
48. Приведите общую схему стандартного генетического алгоритма. Дайте определения основных генетических операций и функций пригодности.
49. Укажите возможные модификации реализации генетических алгоритмов.
50. Приведите примеры использования генетических алгоритмов для решения задач управления динамическими объектами.

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

| Форма контроля          | Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций  | Этап | Количество баллов |
|-------------------------|--|------|-------------------|
| <b>Семестр 7</b>        |  |      |                   |
| <b>Текущий контроль</b> |  |      |                   |
| Лабораторные работы     | В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.  | 1    | 30                |
| Отчет                   | Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям.   | 2    | 10                |
| Устный опрос            | Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.   | 3    | 10                |
| <b>Экзамен</b>          | Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий. |      | 50                |

## 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями и предоставленных доступов НЧИ КФУ;

- в печатном виде - в фонде библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Журнал "Искусственный интеллект и принятие решений" - <http://aidt.ru>

Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes - <http://matlab.exponenta.ru>

Нечеткая логика, мягкие вычисления и вычислительный интеллект - <http://fuzzyset.narod.ru>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

| Вид работ              | Методические рекомендации  |
|------------------------|--|
| лекции                 | <p>Во время лекционных занятий студенту рекомендуется вести краткий конспект, фиксируя основные теоретические положения изучаемых разделов дисциплины.</p> <p>В качестве источников получения теоретических и справочных сведений лекции можно рассматривать как первичный, однако не единственный источник. Помимо лекций студент должен активно и самостоятельно работать с литературными источниками, источниками в сети Интернет.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся работают на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Лекции проводятся в режиме видеособрания в соответствии с учебным расписанием.</p>   |
| лабораторные работы    | <p>Рекомендуемая схема выполнения заданий к лабораторной работе по данной дисциплине включает следующие этапы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ознакомление с заданием.</li> <li><input type="checkbox"/> Изучение необходимого теоретического материала.</li> <li><input type="checkbox"/> Изучение примеров выполнения задания.</li> <li><input type="checkbox"/> Разработка алгоритма решения поставленной задачи.</li> <li><input type="checkbox"/> Выполнение задания в соответствии с разработанным алгоритмом (реализация решения).</li> </ul> <p>Защита лабораторной работы заключается в проверке преподавателем задания согласно определенному варианту. В ходе защиты преподаватель задает студенту вопросы, касающиеся технологии выполнения задания, а также соответствующего лекционного материала.</p> <p>Неспособность студента грамотно ответить на поставленные вопросы является поводом для преподавателя усомниться в авторстве работы.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации по лабораторным работам и их проверка проводятся в режиме видеособрания в соответствии с учебным расписанием. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".</p> |
| самостоятельная работа | <p>Самостоятельная работа по дисциплине заключается в следующем: доработка лабораторных работ, изучение теоретического материала на основе изучения конспектов лекций и рекомендованных учебников и учебных пособий, подготовка экзамену.</p> <p>При работе с литературой следует в первую очередь обращаться к основной литературе по дисциплине, причем работа с литературными источниками и источниками сети Интернет должна проводиться систематически, в процессе этой работы студент должен стараться получить полное представление об интересующих его вопросах, особенно, если возникли трудности в понимании какой-то темы.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации проводятся в режиме видеособрания в соответствии с расписанием, согласованным с преподавателям.</p>   |

| Вид работ    | Методические рекомендации   |
|--------------|---|
| отчет        | <p>После выполнения всех заданий каждой лабораторной работы должен быть подготовлен отчет в текстовом процессоре MS Word. Отчет по каждой лабораторной работе должен содержать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) титульный лист;</li> <li>2) цель выполняемой работы;</li> <li>3) задания;</li> <li>4) краткие теоретические сведения;</li> <li>5) перечень используемых функций и инструментов Matlab, используемых при выполнении задания, с подробным описанием;</li> <li>6) листинги всех программ с обязательными комментариями;</li> <li>7) исходные данные;</li> <li>8) полученные на каждом этапе работы данные;</li> <li>9) примеры работы программы;</li> <li>10) выводы по каждому выполненному заданию.</li> </ol> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Файл отчета обучающиеся размещают на странице с соответствующим заданием, защита отчета осуществляется в режиме видеособрания.</p>   |
| устный опрос | <p>После изучения каждого раздела дисциплины проводится устный опрос. Для подготовки к опросу студентам рекомендуется изучить соответствующий лекционный материал, в случае необходимости обращаясь к рекомендованной по дисциплине литературе; выполнить все лабораторные работы по каждой теме. Примерные вопросы по каждой теме приведены в разделе 6.3 настоящей программы.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Устный опрос проводится в режиме видеособрания на практических занятиях в соответствии с учебным расписанием.</p>   |
| экзамен      | <p>При подготовке к экзамену необходимо опираться прежде всего на лекции и результаты, полученные в ходе выполнения лабораторных работ. В случае возникновения трудностей в понимании какой-либо темы следует обратиться к литературе по тематике дисциплины, рекомендованной преподавателем. В каждом билете на экзамене содержатся два вопроса. Если баллы за работу в семестре низкие (менее 30 баллов), на экзамене может быть предложено практическое задание, соответствующее тематике лабораторных работ.</p> <p>Для успешного ответа на экзамене студент должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- корректно и в достаточном объеме осветить данные теоретические вопросы - продемонстрировать знания как лекционного материала, так и материала из литературных источников;</li> <li>- корректно ответить на вопросы, задаваемые в ходе устного опроса по тематике полученных вопросов;</li> <li>- предоставить корректно выполненную работу, результаты выполнения которой соответствуют практическому заданию;</li> <li>- ответить на вопросы преподавателя, касающиеся непосредственно технологии выполнения задания;</li> <li>- свободно ориентироваться в терминологии тех тем (разделов) дисциплины, к которым принадлежат полученные теоретические вопросы и практическое задание.</li> </ul> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. В этом случае экзамен проводится в форме тестирования, время проведения - 1 час 30 минут, тест содержит 40-50 вопросов. Преподаватель на собрании (в режиме видеосвязи) или форуме, по результатам проверки тестов, вправе задавать обучающимся дополнительные вопросы, а также задавать задачи и давать практические задания по программе дисциплины.</p> |

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.02 "Прикладная математика и информатика"

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.03.02 Интеллектуальные системы управления

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

**Основная литература:**

1. Ясницкий Л. Н. Интеллектуальные системы : учебник / Л. Н. Ясницкий. - 2-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 224 с. - ISBN 978-5-00101-897-1. - URL: <https://e.lanbook.com/book/151510> (дата обращения: 13.05.2021). - Текст : электронный.
2. Жданов А. А. Автономный искусственный интеллект : учебное пособие / А. А. Жданов. - 5-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 362 с. - ISBN 978-5-00101-655-7. - URL: <https://e.lanbook.com/book/135544> (дата обращения: 13.05.2021). - Текст : электронный.
3. Макшанов А. В. Технологии интеллектуального анализа данных : учебное пособие / А. В. Макшанов, А. Е. Журавлев. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 212 с. - ISBN 978-5-8114-4493-9. - URL: <https://e.lanbook.com/book/120063> (дата обращения: 06.08.2020). - Текст : электронный.

**Дополнительная литература:**

1. Смолин Д.В. Введение в искусственный интеллект : конспект лекций / Д.В. Смолин - 2-е изд., перераб. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 264 с. - ISBN 978-5-9221-0862-1. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108621.html> (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.
2. Гладков Л. А. Генетические алгоритмы : учебник / Л. А. Гладков, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 368 с. - ISBN 978-5-9221-0510-1. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2163> (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.
3. Применение искусственных нейронных сетей и системы остаточных классов в криптографии : монография / Н. И. Червяков, А. А. Евдокимов, А. И. Галушкин, И. Н. Лавриненко. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 280 с. - ISBN 978-5-9221-1386-1. - URL: <https://e.lanbook.com/book/5300> (дата обращения : 15.07.2020). - Текст : электронный.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.03.02 Интеллектуальные системы управления

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.