

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

Ахметов Н.Д.

"31" августа 2020 г.

**Программа дисциплины**

Основы теории нейро-нечетких систем управления

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: отсутствует

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

## 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)
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 доцент, к.н. Мышкина И.Ю. (Кафедра системного анализа и информатики, Отделение информационных технологий и энергетических систем), [IJMyshkina@kpfu.ru](mailto:IJMyshkina@kpfu.ru).

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

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

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
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 нейро-нечетких систем управления.

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 нейро-нечетких систем управления.

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. 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 единиц на 288 часов.

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

Самостоятельная работа - 162 часа.

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часов.

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	0	8
2.	Тема 2. Модели представления знаний.	7	2	0	4	12
3.	Тема 3. Основы математического аппарата теории нечетких множеств и нечеткой логики.	7	8	0	10	24
4.	Тема 4. Построение интеллектуальных систем управления динамическими объектами на основе нечеткой логики.	7	6	0	4	28
5.	Тема 5. Основы искусственных нейронных сетей.	7	2	0	9	14
6.	Тема 6. Обучение перцептрона.	7	4	0	7	16
7.	Тема 7. Различные архитектуры нейронных сетей.	7	6	0	10	26
8.	Тема 8. Проектирование регуляторов на основе искусственных нейронных сетей.	7	4	0	6	20
9.	Тема 9. Генетические алгоритмы.	7	2	0	4	14
	Итого		36	0	54	162

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

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

Тема 1. Введение. 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. Модели представления знаний.**

Тема 2. Модели представления знаний. Формирование понятий и представление знаний. Данные и знания. Особенности представления знаний в ЭВМ. Модели представления данных и знаний. Модели данных. Язык исчисления предикатов. Сетевые модели: основные определения, процедуры в сетевых моделях. Продукционные модели: основные определения, управление системой продукций.

## **Тема 3. Основы математического аппарата теории нечетких множеств и нечеткой логики.**

Тема 3. Основы математического аппарата теории нечетких множеств и нечеткой логики. Введение в нечеткую логику. История возникновения нечеткой логики. Нечеткая логика как язык описания систем. Нечеткие множества. Принцип действия нечетких правил. Ключевые понятия нечеткой логики. 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. Нечеткие импликации. Правила логического вывода. Понятие фаззификации и дефаззификации.

## **Тема 4. Построение интеллектуальных систем управления динамическими объектами на основе нечеткой логики.**

Тема 4. Построение интеллектуальных систем управления динамическими объектами на основе 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. Основы искусственных нейронных сетей.**

Тема 5. Основы искусственных нейронных сетей. Общие положения теории искусственных нейронных сетей. Структура однослойных и многослойных нейронных сетей, понятие обучения нейронной сети и классификация алгоритмов обучения. Персептроны. Представимость и разделимость. Классы задач, решаемых с помощью персептрона.

## **Тема 6. Обучение персептрона.**

Тема 6. Обучение персептрона. Алгоритм обучения персептрона, сходимость алгоритма обучения и подбор количественных характеристик весовых коэффициентов. Архитектура многослойного обобщенного персептрона, процедура обратного распространения - алгоритм обучения многослойного персептрона с учителем, анализ алгоритма.

## **Тема 7. Различные архитектуры нейронных сетей.**

Тема 7. Различные архитектуры нейронных сетей. Сети Хопфилда и их модификация. Сеть Хэмминга. Устойчивость сети Хопфилда. Обобщения и применения модели Хопфилда. Распознавание образов и решение задач комбинаторной оптимизации с помощью сети Хопфилда. Ассоциативная память. Нейронные сети Кохонена. Карты Кохонена. Рекуррентные

нейронные сети. Нечеткие нейронные сети.

#### **Тема 8. Проектирование регуляторов на основе искусственных нейронных сетей.**

Тема 8. Проектирование регуляторов на основе искусственных нейронных сетей. Общие принципы построения интеллектуальных систем управления на основе нейронных сетей. Структурные схемы САУ с использованием нейронных сетей. Решение задачи идентификации с помощью нейронных сетей. Процедура синтеза нейронных регуляторов.

#### **Тема 9. Генетические алгоритмы.**

Тема 9. 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 ГА.

### **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)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- индикаторы оценивания сформированности компетенций;

- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

### **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;

- в печатном виде - в библиотеке НЧИ 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 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного 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 НЧИ КФУ.

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

Документация Matlab на русском языке- <https://docs.exponenta.ru/documentation-center.html>

Национальный открытый институт ИНТУИТ - <http://intuit.ru>

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

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

<b>Вид работ</b>	<b>Методические рекомендации</b>
лекции	Во время лекционных занятий студенту рекомендуется вести краткий конспект, фиксируя основные теоретические положения изучаемых разделов дисциплины. В качестве источников получения теоретических и справочных сведений лекции можно рассматривать как первичный, но не единственный источник. Помимо лекций студент должен активно и самостоятельно работать с литературными источниками, источниками в сети Интернет. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся работают на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams". 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.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>Работа на лабораторных занятиях предполагает выполнение типового задания с последующей подготовкой отчета о проделанной работе. Рекомендуемая схема выполнения заданий к лабораторной работе по данной дисциплине включает следующие этапы: – Ознакомление с заданием. – Изучение необходимого теоретического материала. – Изучение примеров выполнения задания. – Разработать алгоритм решения поставленной задачи. – Выполнение задания в соответствии с разработанным алгоритмом (реализация решения). 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. Неспособность студента грамотно ответить на поставленные вопросы является поводом для преподавателя усомниться в авторстве работы. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams". 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>
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, результаты тестирования 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". 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>
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 к экзамену. 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</p>



Вид работ	Методические рекомендации
	<p>полное представление об интересующих его вопросах, особенно, если возникли трудности в понимании какой-то темы. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams". 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>
<p>курсовая работа по дисциплине</p>	<p>Для успешного написания курсовой работы студент должен успешно освоить соответствующий теоретический материал и выполнить лабораторные работы. Помимо этого студенту нужно активно самостоятельно работать с литературными источниками, источниками в сети Интернет по данной дисциплине. К защите курсовой работы должен быть представлен распечатанный отчет, включая приложения, подписанный отзыв внешнего рецензента на курсовую работу, компакт-диск с записанными на него электронной версией отчета, проектом разработанного приложения, математическими цифровыми моделями и т.п. Отчет по курсовой работе должен состоять из следующих частей: титульный лист; содержание; введение; основная часть, включающая 1-3 нумерованных раздела (главы); заключение; список использованных источников; приложения (если есть). В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют работу на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams". Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации и защита курсовой работы проводятся в режиме видеособрания в соответствии с расписанием, согласованным с преподавателям.</p>
<p>устный опрос</p>	<p>После изучения каждого раздела дисциплины и выполнения каждой лабораторной работы проводится устный опрос. Для подготовки к опросу студентам рекомендуется изучить соответствующий лекционный материал, в случае необходимости обращаясь к рекомендованной по дисциплине литературе. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams". Устный опрос проводится в режиме видеособрания на практических занятиях в соответствии с учебным расписанием.</p>
<p>экзамен</p>	<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, или получить консультацию у преподавателя во время или после учебных занятий. 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. Для успешного ответа на экзамене студент должен: - корректно и в достаточном объеме осветить данные теоретические вопросы - продемонстрировать знания как лекционного материала, так и материала из литературных источников; - корректно ответить на вопросы, задаваемые в ходе устного опроса по тематике</p>

Вид работ	Методические рекомендации
	полученных вопросов; - предоставить корректно выполненную работу, результаты выполнения которой соответствуют практическому заданию; - ответить на вопросы преподавателя, касающиеся непосредственно технологии выполнения задания; - свободно ориентироваться в терминологии тех тем (разделов) дисциплины, к которым принадлежат полученные теоретические вопросы и практическое задание. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams".

#### **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 и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории – помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, укомплектованные специальной мебелью и оборудованием:

- Компьютеры
- Меловая доска

Рабочий кабинет – помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### **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 №1  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Основы теории нейро-нечетких систем управления

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

**Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**  
Основы теории нейро-нечетких систем управления

Направление подготовки/специальность: 01.03.02 – Прикладная математика и информатика  
Направленность (профиль) подготовки: отсутствует  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очная  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

- 1. Соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю)**
- 2. Индикаторы оценивания сформированности компетенций**
- 3. Распределение оценок за формы текущего контроля и промежуточную аттестацию**
- 4. Оценочные средства, порядок их применения и критерии оценивания**
  - 4.1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ
    - 4.1.1. *Лабораторные работы*
      - 4.1.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.
      - 4.1.1.2. Критерии оценивания
      - 4.1.1.3. Содержание оценочного средства
    - 4.1.2. *Отчет по лабораторным работам*
      - 4.1.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания
      - 4.1.2.2. Критерии оценивания
      - 4.1.2.3. Содержание оценочного средства
    - 4.1.3. *Устный опрос*
      - 4.1.3.1. Порядок проведения и процедура оценивания
      - 4.1.3.2. Критерии оценивания
      - 4.1.3.3. Содержание оценочного средства
    - 4.1.4. *Курсовая работа*
      - 4.1.4.1. Порядок проведения и процедура оценивания
      - 4.1.4.2. Критерии оценивания
      - 4.1.4.3. Содержание оценочного средства
  - 4.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
    - 4.2.1. *Экзамен (устный/письменный ответ на контрольные вопросы)*
      - 4.2.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.
      - 4.2.1.2. Критерии оценивания.
      - 4.2.1.3. Оценочные средства

**1. Соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю)**

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенций для данной дисциплины	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
<p>ПК-2 – Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</p>	<p><u>Знать</u>: математический аппарат теории нечетких множеств, нечеткой логики, теории нейронных сетей и генетических алгоритмов.</p> <p><u>Уметь</u>: 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.</p> <p><u>Владеть</u>: методами решения задач прикладной математики с помощью аппарата нечеткой логики, теории нечетких множеств, нейронных сетей и генетических алгоритмов.</p>	<p><b>Текущий контроль:</b></p> <p>1. Лабораторные работы по темам: «Основы математического аппарата теории нечетких множеств и нечеткой логики», «Построение интеллектуальных систем управления динамическими объектами на основе нечеткой логики», «Основы искусственных нейронных сетей», «Обучение персептрона», «Различные архитектуры нейронных сетей», «Проектирование регуляторов на основе искусственных нейронных сетей», «Генетические алгоритмы».</p> <p>2. Отчет по лабораторным работам по темам: «Основы математического аппарата теории нечетких множеств и нечеткой логики», «Построение интеллектуальных систем управления динамическими объектами на основе нечеткой логики», «Основы искусственных нейронных сетей», «Обучение персептрона», «Различные архитектуры нейронных сетей», «Проектирование регуляторов на основе искусственных нейронных сетей», «Генетические алгоритмы».</p> <p>3. Устный опрос по темам: «Введение. Основные понятия искусственного интеллекта и интеллектуального управления», «Модели представления знаний».</p> <p>4. Курсовая работа по дисциплине по темам: «Модели представления знаний», «Основы математического аппарата теории нечетких множеств и</p>

		<p>нечеткой логики», «Построение интеллектуальных систем управления динамическими объектами на основе нечеткой логики», «Основы искусственных нейронных сетей», «Обучение персептрона», «Различные архитектуры нейронных сетей», «Проектирование регуляторов на основе искусственных нейронных сетей», «Генетические алгоритмы».</p> <p><b>Промежуточная аттестация:</b> Экзамен (контрольные вопросы).</p>
<p>ПК-9 – Способен составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы</p>	<p><u>Знать</u> общие принципы построения нейро-нечетких систем управления. <u>Уметь</u> составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы в рамках изучаемой дисциплины. <u>Владеть</u> навыками планирования выполняемой работы, оценки ресурсов и результатов собственной деятельности при проектировании нейро-нечетких систем управления.</p>	<p><b>Текущий контроль:</b></p> <p>1. Отчет по лабораторным работам по темам: «Основы математического аппарата теории нечетких множеств и нечеткой логики», «Построение интеллектуальных систем управления динамическими объектами на основе нечеткой логики», «Основы искусственных нейронных сетей», «Обучение персептрона», «Различные архитектуры нейронных сетей», «Проектирование регуляторов на основе искусственных нейронных сетей».</p> <p>2. Курсовая работа по дисциплине по темам: «Модели представления знаний», «Основы математического аппарата теории нечетких множеств и нечеткой логики», «Построение интеллектуальных систем управления динамическими объектами на основе нечеткой логики», «Основы искусственных нейронных сетей», «Обучение персептрона», «Различные архитектуры нейронных сетей», «Проектирование регуляторов на основе искусственных нейронных сетей», «Генетические алгоритмы».</p>

Промежуточная аттестация:  
Экзамен (контрольные вопросы).

## 2. Индикаторы оценивания сформированности компетенций

Комп етенц ия	Зачтено			Не зачтено
	Высокий уровень (отлично) (86-100 баллов)	Средний уровень (хорошо) (71-85 баллов)	Низкий уровень (удовлетворительно) (56-70 баллов)	Ниже порогового уровня (неудовлетворит ельно) (0-55 баллов)
ПК-2	<u>Знает</u> и понимает математический аппарат теории нечетких множеств, нечеткой логики, теории нейронных сетей и генетических алгоритмов; возможности и сферы применения соответствующего математического аппарата, классы решаемых задач.	<u>Знает</u> и понимает базовые основы математического аппарата теории нечетких множеств, нечеткой логики, теории нейронных сетей и генетических алгоритмов; некоторые возможности и сферы применения соответствующего математического аппарата, некоторые классы решаемых задач.	<u>Имеет</u> общее представление, перечисляет основные понятия теории нечетких множеств, нечеткой логики, теории нейронных сетей и генетических алгоритмов.	<u>Не знает</u> и понимает математический аппарат теории нечетких множеств, нечеткой логики, теории нейронных сетей и генетических алгоритмов.
	<u>Умеет</u> применять аппарат нечеткой логики, теории нечетких множеств, нейронных сетей и генетических алгоритмов для решения задач прикладной математики; умеет выбирать оптимальные методы решения прикладных задач; осуществлять построение и исследование соответствующих нечетких и нейросетевых моделей систем.	<u>Умеет</u> применять аппарат нечеткой логики, теории нечетких множеств, нейронных сетей и генетических алгоритмов для решения типовых задач прикладной математики; умеет выбирать подходящие методы решения прикладных задач; осуществлять построение соответствующих нечетких и нейросетевых моделей систем.	<u>Умеет</u> , допуская ошибки, применять аппарат нечеткой логики, теории нечетких множеств и(или) нейронных сетей и генетических алгоритмов для решения типовых задач прикладной математики; не всегда умеет выбирать подходящие методы решения прикладных задач; осуществлять построение соответствующих нечетких моделей систем.	<u>Не умеет</u> 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.
	<u>Владеет</u> , способен комбинировать,	<u>Владеет</u> методами решения задач	<u>Владеет</u> методами решения простейших	<u>Не владеет</u> методами



	адаптировать методы нечеткой логики, теории нечетких множеств, нейронных сетей и генетических алгоритмов для решения задач прикладной математики даже в нестандартных ситуациях.	прикладной математики с помощью аппарата нечеткой логики, теории нечетких множеств, нейронных сетей и генетических алгоритмов только в стандартных ситуациях.	задач прикладной математики с помощью аппарата нечеткой логики, теории нечетких множеств, нейронных сетей и генетических алгоритмов только в стандартных ситуациях, иногда допускает ошибки.	решения задач прикладной математики с помощью аппарата нечеткой логики, теории нечетких множеств, нейронных сетей и генетических алгоритмов.
ПК-9	<u>Знает</u> и понимает общие принципы построения нейро-нечетких систем управления; знает достоинства и недостатки используемого математического аппарата.	<u>Знает</u> и понимает некоторые общие принципы построения нейро-нечетких систем управления.	<u>Имеет</u> общее представление, перечисляет общие принципы построения нейро-нечетких систем управления.	<u>Не знает</u> общие принципы построения нейро-нечетких систем управления.
	<u>Умеет</u> самостоятельно составлять и контролировать план выполняемой работы, предлагать оригинальные решения задач, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы в рамках изучаемой дисциплины.	<u>Умеет</u> самостоятельно составлять план выполняемой работы, оценивать результаты собственной работы, не всегда учитывая необходимые для выполнения работы ресурсы в рамках изучаемой дисциплины.	<u>Умеет</u> составлять и следовать плану выполняемой работы только под строгим контролем преподавателя, не всегда может оценить результаты собственной работы в рамках изучаемой дисциплины.	<u>Не умеет</u> составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы в рамках изучаемой дисциплины.
	<u>Владеет</u> навыками планирования выполняемой работы, оценки всех ресурсов и результатов собственной деятельности при проектировании нейро-нечетких систем управления.	<u>Владеет</u> навыками планирования выполняемой работы, оценки всех ресурсов и результатов собственной деятельности при проектировании нейро-нечетких систем управления только в стандартных ситуациях.	<u>Владеет</u> навыками планирования выполняемой работы, оценки ресурсов и результатов собственной деятельности при проектировании нейро-нечетких систем управления только под контролем	<u>Не владеет</u> навыками планирования выполняемой работы даже под контролем преподавателя, оценки ресурсов и результатов собственной деятельности при проектировании нейро-нечетких

			преподавателя.	систем управления.
--	--	--	----------------	--------------------

### 3. Распределение оценок за формы текущего контроля и промежуточную аттестацию

7 семестр:

Текущий контроль:

Лабораторные работы (ПК-2) – 10 баллов

Отчет по лабораторным работам (ПК-2, ПК-9) – 10 баллов

Устный опрос (ПК-2) – 10 баллов

Курсовая работа по дисциплине (ПК-2, ПК-9) – 20 баллов

Итого  $10+10+10+20 = 50$  баллов.

Промежуточная аттестация – экзамен.

Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, всего 43 вопроса. В билете по 2 вопроса, время, отведенное на ответы – 1 час 30 минут. Если баллы за работу в семестре низкие (менее 30 баллов), на экзамене может быть предложено практическое задание, соответствующее тематике лабораторных работ.

Контрольные вопросы – 50 баллов, по 25 баллов за ответ на каждый вопрос.

Итого  $25+25= 50$  баллов.

Общее количество баллов по дисциплине за текущий контроль и промежуточную аттестацию:  $50+50=100$  баллов.

Соответствие баллов и оценок:

**Для экзамена:**

56-70 – удовлетворительно;

71-85 – хорошо;

86-100 – отлично;

0-55 – неудовлетворительно.

### 4. Оценочные средства, порядок их применения и критерии оценивания

#### 4.1. Оценочные средства текущего контроля

##### 4.1.1. Лабораторные работы

##### 4.1.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.

Лабораторные работы выполняются по следующим темам: «Тема 3. Основы математического аппарата теории нечетких множеств и нечеткой логики», «Тема 4. Построение интеллектуальных систем управления динамическими объектами на основе нечеткой логики», «Тема 5. Основы искусственных нейронных сетей», «Тема 6. Обучение персептрона», «Тема 7. Различные архитектуры нейронных сетей», «Тема 8. Проектирование регуляторов на основе искусственных нейронных сетей», «Тема 9. Генетические алгоритмы».

Работа на лабораторных занятиях предполагает выполнение типового задания с последующей подготовкой отчета о проделанной работе.

Рекомендуемая схема выполнения заданий к лабораторной работе по данной дисциплине включает следующие этапы:

– Ознакомление с заданием.

– Изучение необходимого теоретического материала.

– Изучение примеров выполнения задания.

– Разработка алгоритма решения поставленной задачи.

– Выполнение задания в соответствии с разработанным алгоритмом (реализация решения).

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.

Неспособность студента грамотно ответить на поставленные вопросы является поводом для преподавателя усомниться в авторстве работы.

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:

- в команде «Microsoft Teams».

#### **4.1.1.2. Критерии оценивания**

Механизм оценивания лабораторных работ:

- 1) 86-100% от максимального числа баллов

Задание выполнено в полном объеме и без ошибок. Методы использованы правильно. Обучающийся способен объяснить методы и алгоритмы, использованные при решении задачи; при защите работы получены полные ответы на все поставленные вопросы. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.

- 2) 71-85% от максимального числа баллов

Задание выполнено в полном объеме с незначительными ошибками, обучающийся способен описать алгоритм решения задачи. Методы использованы в основном правильно. При защите работы получены полные ответы практически на все поставленные вопросы. Необходимые навыки и умения практически освоены в достаточном объеме. Результат лабораторной работы соответствует её целям.

- 3) 56-70% от максимального числа баллов

Задание выполнено более чем наполовину, в решении присутствуют ошибки, обучающийся способен описать порядок своих действий при решении задачи. Методы частично использованы правильно. При защите работы получены ответы только на часть поставленных вопросов. Необходимые навыки и умения не полностью освоены. Результат лабораторной работы не полностью соответствует её целям.

- 4) 0-55% от максимального числа баллов

Задание выполнено фрагментарно или не выполнено вообще, обучающийся не способен объяснить смысл своих действий при выполнении работы. Методы использованы неправильно. При защите работы не получены ответы на все вопросы. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.

#### **4.1.1.3. Содержание оценочного средства**

Лабораторная работа № 1. Решение задач по основам теории нечетких множеств.

Лабораторная работа № 2. Изучение основных возможностей пакета Fuzzy Logic программной среды Matlab. Исследование способов формирования нечетких множеств и операции над ними (изучение методов построения нечетких множеств с использованием различных типов функций принадлежности, наиболее распространенных операций над нечеткими множествами). Работа с редактором систем нечеткого вывода Matlab (Fuzzy Logic Designer).

Лабораторная работа № 3. Синтез нечеткого регулятора на основе знаний, полученных от эксперта.

Задание: Описать методами теории нечетких множеств и нечеткой логики процесс согласно варианту задания и изучить принцип действия полученной в результате нечеткой системы управления.

Лабораторная работа № 4. Построение самонастраивающихся нечетких моделей на основе измерений входов и выходов системы.

Задание: изучить некоторые возможности системы MATLAB по автоматизации идентификации нелинейных зависимостей с помощью нечеткого логического вывода на базе алгоритмов Мамдани и Сугено.

Написать программу, реализующую построение нечеткой модели на основе измерений входов и выходов системы. Модель должна быть задана на основе фиксированных правил и фиксированных нечетких множеств, объектом настройки являются только параметры функций принадлежности.

Лабораторная работа № 5. Синтез нечеткого регулятора ПИ/ПД типа.

Задание: изучить некоторые подходы, ориентированные на синтез нечетких логических регуляторов П, ПД и ПИ-типов, и средства реализации нечетких регуляторов в среде Matlab; синтезировать классические регуляторы П, ПД, ПИ и ПИД-типов согласно своему варианту: построить Simulink-модель, построить переходную характеристику, графики ошибки регулирования, производной ошибки, интеграла ошибки; синтезировать, используя описанные в теории подходы, нечеткие логические регуляторы П, ПД и ПИ-типов (Simulink-модель, fis-модель), сравнить время регулирования с классическими регуляторами.

Лабораторная работа № 6. Модели искусственного нейрона.

Изучение основных моделей искусственного нейрона, их математического описания, а также их структурных графических представлений, исследование функций активации и рассмотренных моделей нейронов с помощью системы MATLAB.

Лабораторная работа № 7. GUI-интерфейс для пакета Neural Networks Toolbox программной среды Matlab.

Изучение основных свойств и основ работы с GUI – интерфейсом пакета Neural Networks Toolbox в программной среде MatLab.

Лабораторная работа № 8. Исследование персептронных сетей.

Задание. Создать персептрон, который производит классификацию на заданное количество классов с помощью функций Matlab.

Лабораторная работа № 9. Изучение многослойного нелинейного персептрона.

Изучение возможностей многослойного персептрона как универсального аппроксиматора.

Лабораторная работа № 10. Алгоритм обратного распространения ошибки.

Реализовать один цикл обучения трехслойного персептрона с двумя входами и одним выходом (НС вида 2-2-2-1, т.е. имеем по 2 нейрона в каждом скрытом слое) нейронной сети на одном примере из обучающей выборки. Все расчеты проводятся в тетради с использованием калькулятора или электронных таблиц MS Excel.

Лабораторная работа № 11. 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 № 12. 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 № 13. 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 № 14. Генетические алгоритмы.

На основе данных лабораторной работы №4 осуществляется настройка параметров нечеткой модели с помощью генетических алгоритмов в системе Matlab.

## **4.1.2. Отчет по лабораторным работам**

### **4.1.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания**

Отчеты оформляются по следующим темам: «Тема 3. Основы математического аппарата теории нечетких множеств и нечеткой логики», «Тема 4. Построение интеллектуальных систем управления динамическими объектами на основе нечеткой логики», «Тема 5. Основы искусственных нейронных сетей», «Тема 6. Обучение персептрона», «Тема 7. Различные архитектуры нейронных сетей», «Тема 8. Проектирование регуляторов на основе искусственных нейронных сетей», «Тема 9. Генетические алгоритмы».

По каждой лабораторной работе студент готовит отчет. 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, результаты тестирования программы;
- 10) выводы по каждому выполненному заданию.

Следует иметь в виду, что неправильное оформление отчета может привести к снижению итоговой оценки. Отчет должен быть подготовлен на персональном компьютере в MS Word и должен быть отпечатан на принтере на стандартном листе белой бумаги формата А4 на одной стороне (210x297 мм). Рекомендуемый шрифт - TimesNewRoman, межстрочный интервал полуторный, 14 кегль, в таблицах - 12, в подстрочных сносках - 10. На титульном листе надписи: «отчет по лабораторной работе № ..... название работы» печатаются 18 шрифтом. Подчеркивание слов и выделение их курсивом не допускается. Поля сверху, снизу по 20 мм, справа - 20 мм, слева - 30 мм, отступ первой строки абзаца - 1,25, выравнивание по ширине. Отчет включает титульный лист, оглавление, введение, основную часть, список использованных источников. Титульный лист заполняется по единому образцу. В оглавлении, следующим за титульным листом, перечисляются разделы отчета с указанием номеров страниц. Названия разделов (заголовки) выделяются полужирным шрифтом, и выравниваются по центру. В конце заголовка точка не ставится. Размер заголовка - 16 пт, подзаголовок - 14 пт. Каждый раздел начинается с новой страницы. Расстояние между заголовком и последующим текстом отделяют двумя полуторными межстрочными интервалами (одной пустой строкой). Страницы отчета должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами по всему тексту. Номер страницы проставляют в центре нижнего поля страницы без точки в конце. Первой страницей письменной работы является титульный лист. Он не нумеруется. Размер шрифта, используемого для нумерации должен быть меньше, чем у основного текста. В работе второй страницей является - оглавление.

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:

- в команде «Microsoft Teams».

### **4.1.2.2. Критерии оценивания**

Механизм оценивания отчета:

- 1) 86-100% от максимального числа баллов

Задание выполнено правильно. Материал изложен грамотно, в четкой логической последовательности. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура и оформление отчета полностью соответствуют установленным требованиям. В отчете

присутствуют все требуемые разделы в достаточном объеме. В ходе защиты работы студентом даны полные ответы на все вопросы.

2) 71-85% от максимального числа баллов

Задание выполнено правильно. Материал изложен грамотно. Используются надлежащие источники. Структура и оформление отчета соответствуют установленным требованиям, однако имеются некоторые погрешности. В отчете присутствуют все требуемые разделы, но некоторые разделы описаны не достаточно подробно. В ходе защиты работы студентом даны неполные ответы на все вопросы.

3) 56-70% от максимального числа баллов

Задание выполнено в целом правильно, однако допущены ошибки. Материал отчета соответствует содержанию работы. В отчете присутствуют не все требуемые разделы в достаточном объеме. Оформление отчета в целом соответствует установленным требованиям, но в отчете присутствуют неточные формулировки и опечатки. В ходе защиты работы студентом даны ответы не на все вопросы.

4) 0-55% от максимального числа баллов

Задание не выполнено или выполнено с грубыми ошибками. Содержание и оформление отчета не соответствует содержанию работы и установленным требованиям. В отчете присутствуют не все требуемые разделы, объем отчета является недостаточным. В ходе защиты работы студентом не даны ответы на все вопросы.

#### **4.1.2.3. Содержание оценочного средства**

По каждой лабораторной работе студент готовит отчет. 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, результаты тестирования программы;
- 10) выводы по каждому выполненному заданию.

#### **4.1.3. Устный опрос**

##### **4.1.3.1. Порядок проведения и процедура оценивания**

Устный опрос проводится по следующим темам: «Тема 1. Введение. Основные понятия искусственного интеллекта и интеллектуального управления», «Тема 2. Модели представления знаний».

Устный опрос проводится на лабораторных занятиях. Обучающиеся отвечают на вопросы преподавателя, участвуют в дискуссии. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:

- в команде «Microsoft Teams».

##### **4.1.3.2. Критерии оценивания**

Механизм оценивания ответов при устном опросе:

- 1) 86-100% от максимального числа баллов

обучающийся знает весь теоретический материал по рассматриваемому вопросу, предусмотренный учебной программой; может дать подробное описание и провести сравнительный анализ различных подходов к решению рассматриваемой задачи; корректно использует понятийный аппарат; высказывает свою точку зрения по рассматриваемому вопросу и может ее аргументированно обосновать.

2) 71-85% от максимального числа баллов

обучающийся знает основные теоретические положения по рассматриваемому вопросу; может описать различные подходы к решению рассматриваемой задачи; корректно использует понятийный аппарат; высказывает свою точку зрения.

3) 56-70% от максимального числа баллов

обучающийся имеет общее представление о предмете обсуждения, способах решения рассматриваемой задачи; допускает ошибки при использовании понятийного аппарата; высказывает свои мысли сумбурно, ответ слабо структурирован.

4) 0-55% от максимального числа баллов

обучающийся не владеет теоретическим материалом; не владеет понятийным аппаратом; не способен внятно сформулировать свои мысли.

#### **4.1.3.3. Содержание оценочного средства**

Примерные вопросы:

Что понимается под интеллектом? Система искусственного интеллекта.

Дайте определения "искусственного интеллекта" и "вычислительного интеллекта".

Сравните между собой эти два понятия.

Перечислите основные направления исследований в области искусственного интеллекта.

Какие классы интеллектуальных систем соответствуют этим направлениям?

Основные подходы к построению систем искусственного интеллекта.

Какова роль базы знаний в процессе построения и функционирования системы искусственного интеллекта?

Какие характерные подсистемы входят в состав экспертной системы?

Что понимается под "знаниями"? Чем отличаются знания от данных?

Какие существуют классы моделей представления знаний? Перечислите их.

Что понимается под интеллектуальным управлением? Каковы цели и задачи интеллектуального управления?

#### **4.1.4. Курсовая работа**

##### **4.1.4.1. Порядок проведения и процедура оценивания**

Курсовую работу по дисциплине обучающиеся пишут самостоятельно дома. Темы и требования к работе формулирует преподаватель. Выполненная работа сдаётся преподавателю в сброшюрованном виде. В работе предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, применение исследовательских методов, проведение отдельных стадий исследования, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения.

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:

– в команде «Microsoft Teams».

##### **4.1.4.2. Критерии оценивания**

Механизм оценивания курсовой работы:

**Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если:**

Студент регулярно посещает консультации руководителя курсовой работы, своевременно предоставляет все элементы отчета о работе. Демонстрирует владение всем материалом по теме работы, высокий уровень самостоятельности. Студент способен самостоятельно составлять и

контролировать план выполняемой работы. При подготовке элементов отчета использует надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам. Работа характеризуется оригинальностью, теоретической и/или практической ценностью. Оформление соответствует требованиям. В ходе защиты студентом даны полные ответы на все вопросы по теме курсовой работы.

**Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если:**

Студент регулярно посещает консультации руководителя курсовой работы, не всегда своевременно предоставляет все элементы отчета о работе. Демонстрирует владение основным материалом по теме работы, способность работать самостоятельно. Студент способен самостоятельно составлять план выполняемой работы, не всегда учитывая необходимые для выполнения работы ресурсы. При подготовке элементов отчета использованы надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в целом соответствуют поставленным задачам. Работа в достаточной степени самостоятельна. Оформление в основном соответствует требованиям. В ходе защиты студентом даны неполные ответы на все вопросы по теме курсовой работы.

**Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Студент не регулярно посещает консультации руководителя курсовой работы, не всегда своевременно предоставляет все элементы отчета о работе. Демонстрирует владение базовым материалом по теме работы. При подготовке элементов отчета использованные источники, методы и структура работы частично соответствуют её задачам. Уровень самостоятельности низкий. Студент способен составлять и следовать плану выполняемой работы только под строгим контролем руководителя, не всегда может оценить результаты собственной работы. Оформление частично соответствует требованиям. В ходе защиты студентом даны ответы не на все вопросы по теме курсовой работы.

**Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Студент не посещает консультации руководителя курсовой работы, не предоставляет элементы отчета о работе. Студент не владеет материалом по теме работы. Использованные источники, методы и структура работы не соответствуют её задачам. Работа несамостоятельна. Студент не способен составлять и следовать плану выполняемой работы даже под строгим контролем руководителя. Оформление не соответствует требованиям. В ходе защиты студентом не даны ответы на все вопросы по теме курсовой работы.

#### **4.1.4.3. Содержание оценочного средства**

Примерные темы курсовых работ по дисциплине «Основы теории нейро-нечетких систем управления»:

1. Разработка нечеткой модели управления автомобилем на перекрестке.
2. Построение и исследование алгоритма нейросетевой кластеризации.
3. Разработка приложения с графическим интерфейсом для построения функций принадлежности нечетких множеств.
4. Разработка нечеткой модели управления кондиционером воздуха в помещении.
5. Разработка приложения с графическим интерфейсом "Нечеткий калькулятор".
6. Разработка приложения для распознавания смс-спама с помощью метода байесовской классификации.
7. Моделирование работы светофора с помощью нечеткой логики.
8. Разработка нечеткой модели оценки персонала ресторана быстрого питания.
9. Прогнозирование валютных курсов с применением аппарата нейронных сетей.
10. Разработка приложения с графическим интерфейсом для поиска экстремума функции нескольких переменных с помощью генетического алгоритма.
11. Разработка нечеткой модели управления водяными насосами.
12. Построение и исследование алгоритма нечеткой кластеризации.
13. Прогнозирование стоимости недвижимости с помощью нейронных сетей.
14. Разработка нечеткой модели оценки состояния здоровья пациента.



15. Разработка приложения для настройки параметров нечеткого ПИД-регулятора с помощью генетического алгоритма.
16. Разработка учебного тренажера для изучения алгоритма обратного распространения ошибки.
17. Разработка приложения с графическим интерфейсом для построения нечетких иерархических моделей.
18. Разработка приложения с графическим интерфейсом для решения задачи о назначениях с помощью генетического алгоритма.
19. Моделирование и исследование нейросетевого способа распознавания текстов.
20. Разработка алгоритма оценки и отбора персонала на основе нечеткой логики.
21. Построение и исследование алгоритма нейросетевой классификации.
22. Разработка приложения для решения задачи коммивояжера с помощью генетического алгоритма.
23. Разработка приложения для решения задачи коммивояжера с помощью нейронной сети Хопфилда.
24. Моделирование и исследование нечеткой системы стабилизации инвертированного маятника.
25. Построение и исследование алгоритма аппроксимации функций с помощью нейронных сетей.
26. Разработка нечеткой модели оценки кредитоспособности клиента банка.
27. Построение и исследование нечеткой модели системы управления дистанцией между автомобилями.
28. Разработка нечеткой модели управления зарядным устройством для батарей.
29. Разработка онтологии дорожных знаков средствами Protege.
30. Разработка нечеткой модели управления парковкой грузовика.
31. Разработка приложения для решения задач классификации с помощью деревьев решений.
32. Моделирование и исследование системы с нечетким регулятором для управления движением подъемного крана.
33. Разработка приложения для решения задачи поиска кратчайшего пути в графе с помощью генетического алгоритма.
34. Моделирование и исследование нечеткой системы управления скоростью автомобиля.

**Методические указания по темам, связанным с разработкой нечетких моделей ("Разработка нечеткой модели ...", "Моделирование и исследование нечеткой системы ....." )**

Необходимо разработать и реализовать в Matlab нечеткую модель согласно заданию, последовательно увеличивая число доступных для наблюдения входных переменных и их значений. Выполнение задания включает следующие этапы:

1. Задание для каждого входа и выхода лингвистических переменных с множеством возможных значений (термов): вариант усеченного множества предполагает задание 2-3 термов, вариант полного множества 4-7 термов.

2. Предложить **2 варианта** правил: для неполного набора входных переменных (предполагая, что доступна для измерения только половина из возможных входных переменных); для полного набора входных переменных с приближением к реальному описанию возможных ситуаций.

3. Для каждого варианта систем нечеткого вывода построить нечеткую модель в редакторе систем нечеткого вывода и представить поверхности нечеткого вывода. При этом для каждого из вариантов из пункта 2 рассмотреть **по два** варианта множества возможных значений входных переменных (пункт 1).

4. Привести примеры нескольких ситуаций логического вывода для нескольких сочетаний значений входных переменных для разных систем логического вывода.

5. Для базы правил с полным набором входных переменных (смотрите пункт 2) и полного множества термов (смотрите пункт 1) исследовать возможность использования разных типов функций принадлежности (2-3 типа). Привести примеры нескольких ситуаций логического вывода для нескольких сочетаний значений входных переменных для систем логического вывода с разными типами функций принадлежности.

6. Сделать выводы о влиянии степени детализации представления входного пространства, степени детализации значений выходного пространства, влияния включения дополнительных правил в систему логического вывода или их исключения, влияния типов функций принадлежности.

7. (Необязательное задание (для работ, претендующих на оценку отлично)) Реализовать настройку параметров нечеткой модели (параметров функций принадлежности) на основе численных данных (набора четких значений входных и выходных переменных).

## **4.2. Оценочные средства промежуточной аттестации**

### **4.2.1. Экзамен (устный/письменный ответ на контрольные вопросы)**

#### **4.2.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.**

Экзамен проводится в устной или письменной форме по контрольным вопросам, всего 43 вопроса. Обучающемуся задается по 2 вопроса, время, отведенное на ответы – 1 час 30 минут.

#### **4.2.1.2. Критерии оценивания.**

**Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если:**

Обучающийся дал полный ответ на все вопросы, при ответе использовал примеры практического применения рассматриваемого теоретического материала, ответил на все дополнительные вопросы, ответ четкий и хорошо структурированный, освоен понятийный аппарат. Обучающийся усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины, значение дисциплины для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала

**Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если:**

Обучающийся дал полный ответ на все вопросы, однако испытывал затруднение с приведением практических примеров применения рассматриваемого теоретического материала, ответил не на все дополнительные вопросы, ответ структурирован, освоен понятийный аппарат. Обучающийся показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности

**Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если:**

Обучающийся раскрыл вопросы лишь частично, не смог привести практические примеры применения рассматриваемого теоретического материала, частично ответил на некоторые из дополнительных вопросов, допускает ошибки при использовании понятийного аппарата, однако обучающийся обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

**Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если:**

Обучающийся не ответил на вопросы или же ответы не соответствовали заданным вопросам, не дал адекватного ответа на дополнительные вопросы, допускает грубые ошибки при использовании понятийного аппарата или не использует понятийный аппарат предметной области вовсе.

#### **4.2.1.3. Оценочные средства**

Вопросы к экзамену:

1. Что понимается под интеллектом?

2. Дайте определения "искусственного интеллекта".
3. Перечислите основные направления исследований в области искусственного интеллекта.
4. Какие классы интеллектуальных систем соответствуют основным направлениям исследований в области искусственного интеллекта?
5. Какова роль базы знаний в процессе построения и функционирования системы искусственного интеллекта?
6. Какие характерные подсистемы входят в состав экспертной системы?
7. Что понимается под "знаниями"? Чем отличаются знания от данных?
8. Какие существуют классы моделей представления знаний? Перечислите их.
9. Что понимается под интеллектуальным управлением? Каковы цели и задачи интеллектуального управления?
10. Что понимается под нечеткой логикой? Почему ее называют "математикой здравого смысла"?
11. Дайте определение нечеткого множества. Перечислите основные способы задания функций принадлежности.
12. Что понимается под лингвистической переменной? Приведите примеры.
13. Назовите основные операции над нечеткими множествами и способы их определения.
14. Что понимается под S-нормой и T-нормой? Приведите примеры задания этих функций.
15. Что понимается под нечетким отношением? Приведите соответствующий пример.
16. Принцип обобщения Заде. Операции над нечеткими числами. Свойства операций над нечеткими числами.
17. В чем суть механизма логического вывода? Сравните между собой методы Максимума-Минимума и Максимума-Произведения.
18. Что понимается под дефаззификацией? Назовите основные методы дефаззификации.
19. Методы построения нечетких моделей.
20. В чем состоит идея нечеткого управления? Приведите структурную схему системы нечеткого управления.
21. В чем состоит общая процедура синтеза нечетких регуляторов? Каковы преимущества их применения?
22. Что представляет собой нечеткий регулятор Такаги-Сугено? В чем его отличия от нечеткого регулятора Мамдани?
23. Перечислите основные функции различных частей головного мозга.
24. Какую структуру имеет биологический нейрон? Каким образом осуществляется взаимодействие нейронов в центральной нервной системе?
25. Что понимается под формальным нейроном Мак-Каллока-Питтса? Как записывается условие возбуждения формального нейрона?
26. В чем суть проблемы "Исключающего ИЛИ"? В классе каких нейронных сетей данная проблема имеет решение?
27. Какой вид имеет обобщенная модель искусственного нейрона? Запишите условие возбуждения данного нейрона.
28. Приведите структурную схему многослойного персептрона. В чем состоит идея обучения данной нейронной сети?
29. В чем заключаются преимущества использования алгоритма обратного распространения? Охарактеризуйте основные проблемы, возникающие при обучении многослойных нейронных сетей, и пути их преодоления.
30. Почему многослойные персептроны называют "универсальными аппроксиматорами"? К чему сводится решение задачи аппроксимации функции с помощью персептрона?
31. Приведите структуру радиально-базисной сети. Как осуществляется обучение этой сети?

32. Что представляет собой сеть Хопфилда? Сформулируйте достаточные условия устойчивости сети Хопфилда.
33. Для решения каких задач используется сеть Хопфилда.
34. Какие задачи и каким образом решаются с помощью сети Кохонена? Почему эта сеть называется "самоорганизующейся"?
35. Приведите общую структуру рекуррентной нейронной сети. Какие задачи решаются с помощью этих сетей?
36. В чем заключается идея построения нечеткой нейронной сети? Приведите структуру сети ANFIS, объясните принцип её действия.
37. В чем заключаются преимущества нейроуправления? Приведите примеры построения структурных схем нейросетевых САУ.
38. Дайте общую характеристику процедуры проектирования нейросетевой САУ.
39. Как решается задача идентификации с помощью нейронных сетей?
40. Дайте определение генетического алгоритма. Для решения каких задач применяются генетические алгоритмы?
41. Приведите общую схему стандартного генетического алгоритма. Дайте определения основных генетических операций и функции пригодности.
42. Укажите возможные модификации реализации генетических алгоритмов.
43. Приведите примеры использования генетических алгоритмов для решения задач управления динамическими объектами.

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

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: отсутствует

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Основная литература:**

Ясницкий Л. Н. Интеллектуальные системы : учебник / Л. Н. Ясницкий. - Москва : Лаборатория знаний, 2016. - 224 с. - ISBN 978-5-00101-417-1. - URL: <https://e.lanbook.com/book/90254> (дата обращения: 15.07.2020)- Текст : электронный.

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: 06.08.2020). - Текст : электронный.

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:**

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.

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.

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.

**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: отсутствует

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

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

Операционная система Microsoft Windows 7

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Acrobat Reader

Антивирус Касперского

Mathworks Matlab R2014b

Qt Creator

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является

электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.