

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра систем сбора и обработки данных

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ

к.т.н. Рева И. Л.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Нейронные сети и нечеткие множества

Образовательная программа: 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, магистерская
программа: Медико-биологические аппараты, системы и комплексы

Курс: 1, семестр : 1

Факультет автоматизации и вычислительной техники,

		Семестр
№	Вид деятельности	1
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	48
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	12
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	10
10	Самостоятельная работа, час.	96
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

ФГОС введен в действие приказом №1497 от 21.11.2014 г. , дата утверждения: 17.12.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ССОД, протокол заседания кафедры №2/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета автоматике и вычислительной техники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Прохоренко Е. В.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Прохоренко Е. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность использовать результаты освоения дисциплины программы магистратуры; в части следующих результатов обучения:
з1. знать о возможностях прогнозирования и управления с помощью нейронных сетей и нечеткого моделирования
з2. знать основы теории нечетких вычислений и нейронных нечетких сетей
у1. уметь пользоваться аппаратными средствами создания нейронных сетей при решении инженерных задач
у2. уметь применять программные средства разработки моделей нечеткой логики
Компетенция НГТУ: ПК.18.В способность разрабатывать программное обеспечение для проведения исследований в области биотехнических систем и технологий; в части следующих результатов обучения:
з2. знать режимы ввода экспериментальных данных в компьютер и процессы управления аавтоматизированным экспериментом

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Нейронные сети и нечеткие множества</i>	
ОПК.2.з1 знать о возможностях прогнозирования и управления с помощью нейронных сетей и нечеткого моделирования	
1.знать о возможностях прогнозирования и управления с помощью нейронных сетей и нечеткого моделирования	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.2.з2 знать основы теории нечетких вычислений и нейронных нечетких сетей	
2.знать основы теории нечетких вычислений и нейронных нечетких сетей	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.2.у1 уметь пользоваться аппаратными средствами создания нейронных сетей при решении инженерных задач	
3.уметь пользоваться аппаратными средствами создания нейронных сетей при решении инженерных задач	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.2.у2 уметь применять программные средства разработки моделей нечеткой логики	
4.уметь применять программные средства разработки моделей нечеткой логики	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.18.В.з2 знать режимы ввода экспериментальных данных в компьютер и процессы управления аавтоматизированным экспериментом	
5.знать режимы ввода экспериментальных данных в компьютер и процессы управления аавтоматизированным экспериментом	Лекции

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 1			
Дидактическая единица: Современные тенденции развития информационно-измерительных и управ-ляющих систем			
1. Плохо формализуемые и нечетко поставленные задачи, основные подходы к их решению.	0	1	1, 2
2. Средства обработки информации с элементами искусственного интеллекта.	0	1	1, 2

Дидактическая единица: Применение искусственных нейронных сетей и нечетких множеств в обработке информации			
3. Характерные свойства нейронных сетей.	0	1	1, 2
4. Задачи интерполяции, аппроксимации, прогнозирования, классификации и кластеризации.	0	2	1, 2
Дидактическая единица: Основные понятия и структуры нейрон-ных сетей			
5. Модель биологического нейрона. Персептрон. Функции активации.	0	2	1, 2
6. Уравнение нейрона с векторным входом. Основы классификации нейронных сетей. Структура и архитектура нейронной сети.	0	2	1, 2
Дидактическая единица: Принципы обучения сетей и организация обучающей информации.			
8. Принципы и алгоритмы обучения нейронных сетей. Обучение с учителем и без учителя.	0	1	1, 2
9. Сбор и организация информации для обучения нейронных сетей. Обучающее, контрольное и те-стовое множества.	0	2	1, 2, 5
10. Эффекты обобщения и переобучения сети. Редукция структуры сети.	0	1	1, 2
Дидактическая единица: Основные этапы создания нейронной сети			
11. Разработка и организация обучения нейронных сетей в среде MATLAB.	0	1	1, 2, 5
12. Функции создания структуры и архитектуры нейронных сетей.	0	2	1, 2
13. Функции организации обучения, контроля качества и моделирования нейронных сетей.	0	2	1, 2

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Применение искусственных нейронных сетей и нечетких множеств в обработке информации				
4. Разработка искусственной нейронной сети и нечеткой нейронной сети в системе MATLAB.	2	4	3, 4	Изучение процесса создания искусственных нейронных сетей стандартными программными пакетами
Дидактическая единица: Основные понятия и структуры нейрон-ных сетей				
7. Разработка нейронной сети для аппроксимации функции представленной массивом данных.	2	4	3, 4	Аппроксимации функции представленной массивом данных
Дидактическая единица: Принципы обучения сетей и организация обучающей информации.				
8. Организация сбора и обработки информации для обучения и тестирования нейронной сети.	2	4	3, 4	Обработка информации для обучения и тестирования нейронной сети.
Дидактическая единица: Основные этапы создания нейронной сети				
13. Разработка классификатора на основе нейронной сети.	3	3	3, 4	Разработка классификатора

14. Разработка нейронной сети для прогнозирования временных рядов.	3	3	3, 4	Прогнозирования временных рядов.
--	---	---	------	----------------------------------

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	РГЗ	2, 3, 4	30	5
: Карманов В. С. Основы теории нечетких множеств [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. С. Карманов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164492 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3	30	0
: Карманов В. С. Основы теории нечетких множеств [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. С. Карманов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164492 . - Загл. с экрана.				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3	36	5
: Карманов В. С. Основы теории нечетких множеств [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. С. Карманов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164492 . - Загл. с экрана.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Личный типовой сайт
Консультирование	e-mail
Размещение учебных материалов	ЭБС

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Максимальный балл
Семестр: 1	
<i>Лабораторная:</i>	20
Контролирующие материалы - список вопросов	
<i>РГЗ:</i>	40
Контролирующие материалы - список вопросов	
<i>Зачет:</i>	40
Контролирующие материалы - список вопросов тесты	

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита ЛР	Защита РГЗ	Зачет
ОПК.2	з1. знать о возможностях прогнозирования и управления с помощью нейронных сетей и нечеткого моделирования	+	+	+
	з2. знать основы теории нечетких вычислений и нейронных нечетких сетей	+	+	+
	у1. уметь пользоваться аппаратными средствами создания нейронных сетей при решении инженерных задач	+	+	+
	у2. уметь применять программные средства разработки моделей нечеткой логики	+	+	+
	ПК.18.В з2. знать режимы ввода экспериментальных данных в компьютер и процессы управления автоматизированным экспериментом	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации : [учебно-справочное издание] / С. Осовский ; пер. с пол. И. Д. Рудинского. - М., 2004. - 343 с. : ил.
2. Яхьяева Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети : учебное пособие / Г. Э. Яхьяева. - М., 2011. - 315 с. : ил.

Дополнительная литература

1. Орловский С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации / С. А. Орловский. - М., 1981. - 206 с. : табл., граф.
2. Усков А. А. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика / А. А. Усков, А. В. Кузьмин. - М., 2004. - 143 с. : ил.
3. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / [А. Н. Аверкин и др.]; под ред. Д. А. Поспелова. - М., 1986. - 311 с. : ил.
4. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации : Пер. с пол. / С. Осовский. - М., 2002. - 343 с. : ил.
5. Медведев В. С. Нейронные сети. MATLAB 6 : [учебно-справочное издание] / В. С. Медведев, В. Г. Потемкин ; под общ. ред. В. Г. Потемкина. - М., 2002. - 489 с. : ил. - На обл. авт.: В. Г. Потёмкин.
6. Круглов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В. В. Круглов, В. В. Борисов. - Москва, 2001

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Карманов В. С. Основы теории нечетких множеств [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. С. Карманов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164492. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Office

2 MATLAB

9. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Лекционные занятия
2	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Лабораторные работы

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра систем сбора и обработки данных

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ
к.т.н., доцент И.Л. Рева
“ ”
Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Нейронные сети и нечеткие множества

Образовательная программа: 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, магистерская программа: Медико-биологические аппараты, системы и комплексы

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине **Нейронные сети и нечеткие множества** приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.2/НИ способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	з1. знать о возможностях прогнозирования и управления с помощью нейронных сетей и нечеткого моделирования	Задачи интерполяции, аппроксимации, прогнозирования, классификации и кластеризации. Модель биологического нейрона. Персептрон. Функции активации. Плохо формализуемые и нечетко поставленные задачи, основные подходы к их решению. Принципы и алгоритмы обучения нейронных сетей. Обучение с учителем и без учителя. Разработка и организация обучения нейронных сетей в среде MATLAB. Сбор и организация информации для обучения нейронных сетей. Обучающее, контрольное и тестовое множества. Средства обработки информации с элементами искусственного интеллекта. Уравнение нейрона с векторным входом. Основы классификации нейронных сетей. Структура и архитектура нейронной сети. Функции организации обучения, контроля качества и моделирования нейронных сетей. Функции создания структуры и архитектуры нейронных сетей. Характерные свойства нейронных сетей. Эффекты обобщения и переобучения сети. Редукция структуры сети.	Отчет по лабораторной работе РГЗ	Зачет
ОПК.2/НИ	з2. знать основы теории нечетких вычислений и нейронных нечетких сетей	Задачи интерполяции, аппроксимации, прогнозирования, классификации и кластеризации. Модель биологического нейрона. Персептрон. Функции активации. Плохо формализуемые и нечетко поставленные задачи, основные подходы к их решению. Принципы и алгоритмы обучения	Отчет по лабораторной работе РГЗ	Зачет

		нейронных сетей. Обучение с учителем и без учителя. Разработка и организация обучения нейронных сетей в среде MATLAB. Сбор и организация информации для обучения нейронных сетей. Обучающее, контрольное и тестовое множества. Средства обработки информации с элементами искусственного интеллекта. Уравнение нейрона с векторным входом. Основы классификации нейронных сетей. Структура и архитектура нейронной сети. Функции организации обучения, контроля качества и моделирования нейронных сетей. Функции создания структуры и архитектуры нейронных сетей. Характерные свойства нейронных сетей. Эффекты обобщения и переобучения сети. Редукция структуры сети.		
ОПК.2/НИ	у1. уметь пользоваться аппаратными средствами создания нейронных сетей при решении инженерных задач	Организация сбора и обработки информации для обучения и тестирования нейронной сети. Разработка искусственной нейронной сети и нечеткой нейронной сети в системе MATLAB. Разработка классификатора на основе нейронной сети. Разработка нейронной сети для аппроксимации функции представленной массивом данных. Разработка нейронной сети для прогнозирования временных рядов.	Отчет по лабораторной работе РГЗ	Зачет
ОПК.2/НИ	у2. уметь применять программные средства разработки моделей нечеткой логики	Организация сбора и обработки информации для обучения и тестирования нейронной сети. Разработка искусственной нейронной сети и нечеткой нейронной сети в системе MATLAB. Разработка классификатора на основе нейронной сети. Разработка нейронной сети для аппроксимации функции представленной массивом данных. Разработка нейронной сети для прогнозирования временных рядов.	Отчет по лабораторной работе РГЗ	Зачет
ПК.18.В способность разрабатывать программное обеспечение для проведения исследований в области	з2. знать режимы ввода экспериментальных данных в компьютер и процессы управления автоматизированн	Разработка и организация обучения нейронных сетей в среде MATLAB. Сбор и организация информации для обучения нейронных сетей. Обучающее, контрольное и тестовое множества.	Отчет по лабораторной работе РГЗ	Зачет

биотехнических систем и технологий	ым экспериментом			
------------------------------------	------------------	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 1 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2/НИ, ПК.18.В.

Зачет проводится в письменной форме. Зачет проводится в форме письменного тестирования. Билеты составляются из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.2/НИ, ПК.18.В, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Нейронные сети и нечеткие множества», 1 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по тестам.

Пример теста для зачета

1. Процесс обучения нейронной сети состоит:

- ☐ в настройке весовых коэффициентов нейронов сети;
- ☐ в запоминании образов входных данных;
- ☐ в определении функций активации нейронов.

2. В чем заключаются отличия в понятиях нечеткости и вероятности

.....?

2. Критерии оценки

- Ответ на тест для зачета считается **неудовлетворительным**, если правильных ответов менее 50 %, оценка составляет *0-49 баллов*.
- Ответ на тест для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если правильных ответов от 50-65 %, оценка составляет *50-72 баллов*.
- Ответ на тест для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если правильных ответов от 66-80 %, оценка составляет *73-89 баллов*.
- Ответ на тест для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если правильных ответов от 81-100 %, оценка составляет *90-100 баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма правильных ответов по всем заданиям теста оставляет не менее 50 % (из 100 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины:

1. Лабораторные работы – 20 баллов.

2. Расчетно-графическое задание – 40 баллов.
3. Зачет – 40 баллов.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Нейронные сети и нечеткие множества»

1. Процесс обучения нейронной сети состоит:
 - ☐ в настройке весовых коэффициентов нейронов сети;
 - ☐ в запоминании образов входных данных;
 - ☐ в определении функций активации нейронов.
2. Количество входов сети определяется:
 - ☐ количеством слоев сети;
 - ☐ размерностью вектора входных данных;
 - ☐ выбранным алгоритмом обучения.
3. Функцией активации нейрона называется:
 - ☐ алгоритм обучения нейрона;
 - ☐ передаточная функция нейрона;
 - ☐ взвешенная сумма входов нейрона.
4. Персептрон это:
 - ☐ многослойная нейронная сеть;
 - ☐ сеть с пороговыми функциями активации нейронов;
 - ☐ сеть прямого распространения.
5. Нейронная сеть прямого распространения это:
 - ☐ сеть с обратной связью;
 - ☐ рекуррентная сеть;
 - ☐ каскадная сеть.
6. Множество данных для обучения нейронной сети подразделяется на:
 - ☐ {входные данные, весовые коэффициенты, выходные данные};
 - ☐ {обучающее, контрольное, тестовое};
 - ☐ {примеры, правильные ответы}.
7. Тестовое множество предназначено для:
 - ☐ проверки качества обучения сети;
 - ☐ выбора контрольных примеров;
 - ☐ сравнения эффективности различных вариантов построения сети.
8. Тестовое множество предназначено для:
 - ☐ проведения обучения сети;
 - ☐ выбора контрольных примеров;
 - ☐ сравнения эффективности различных вариантов построения сети.
9. Контрольное множество предназначено для:
 - ☐ проверки качества обучения сети на данных, которые не использовались при ее обучении;
 - ☐ выбора контрольных примеров;
 - ☐ сравнения эффективности различных вариантов построения сети.
10. Плохо формализуемая задача — это задача:
 - ☐ для решения которой недостаточно данных;
 - ☐ данные для решения которой заданы с погрешностью;
 - ☐ для которой трудно построить алгоритм решения.
11. Градиент функции — это вектор, направленный:
 - ☐ к глобальному минимуму функции;
 - ☐ в сторону наибольшего возрастания функции;
 - ☐ к глобальному максимуму функции.

12. Для обеспечения возможности обучения сети градиентными методами необходимо, чтобы функции активации нейронов были:

- ☐ линейными;
- ☐ пороговыми;
- ☐ дифференцируемыми.

13. В прямых методах поиска экстремального значения функции используются:

- ☐ только значения функции;
- ☐ значения функции и ее градиента;
- ☐ значения градиента функции.

14. Нейронные сети предназначены для:

- ☐ построения отображения множества входных данных в множество выходных;
- ☐ нахождения экстремума целевой функции;
- ☐ построения формул аппроксимации многомерных функций.

15. Алгоритм обратного распространения ошибки это:

- ☐ алгоритм уменьшения ошибки нейронной сети;
- ☐ алгоритм быстрого вычисления градиента целевой функции;
- ☐ алгоритм передачи сигнала ошибки на вход нейронной сети.

16. Архитектура нейронной сети установлена, если выбраны:

- ☐ структура нейронной сети и типы нейронов;
- ☐ размерности входных и выходных векторов сети и количество слоев;
- ☐ структура нейронной сети и алгоритм обучения.

17. Скрытые слои нейронной сети это:

- ☐ слои весовые коэффициенты нейронов, которых неизвестны;
- ☐ слои функции активации нейронов которых неизвестны;
- ☐ слои, расположенные между входным и выходным слоями нейронной сети.

18. Склонность к переобучению нейронной сети возникает если:

- ☐ недостаточно данных для обучения сети;
- ☐ слишком много данных для обучения сети;
- ☐ возможности сети велики для поставленной задачи.

19. Склонность к переобучению проверяется на:

- ☐ обучающем множестве;
- ☐ контрольном множестве;
- ☐ тестовом множестве.

20. Какие функции активации нейронов нельзя использовать в нейронной сети с обучением методом обратного распространения ошибки:

- ☐ пороговые;
- ☐ нелинейные;
- ☐ не дифференцируемые.

21. Характеристическая функция элемента обычного (четкого) множества может принимать значения

- ☐ 0 или 1;
- ☐ в интервале от 0 до 1;
- ☐ в области положительных чисел.

22. Отличие числовых и лингвистических переменных состоит в том, что:

23. Кардинальное число нечеткого множества это:

- ☐ вероятность того, что элемент принадлежит этому множеству;
- ☐ сумма коэффициентов принадлежности всех элементов к этому

множеству;

☐ количество элементов множества;

24. Нечеткое множество является нормальным, если:

☐ в нем содержится по крайней мере элемент;

☐ в нем имеется по крайней мере один элемент со значением функции принадлежности равным 1;

☐ в нем имеется по крайней мере один элемент со значением функции принадлежности равным 0;

25. Логическая сумма двух нечетких множеств определяется:

☐ максимальными значениями функций принадлежности каждого из них;

☐ суммой значений функций принадлежности каждого из них;

☐ минимальными значениями функций принадлежности каждого из них;

26. В чем заключаются отличия в понятиях нечеткости и вероятности

.....?

27. Лингвистическая переменная это....

28. Фуззификатор предназначен для

☐ преобразования множества точных входных данных в нечеткое множество;

☐ масштабирования множества входных данных к интервалу $[0,1]$;

☐ присваивания входным данным значений вероятностей появления их значений на входе системы;

29. Дефуззификатор предназначен для

☐ преобразования нечеткого множества данных в обычное (четкое) множество;

☐ преобразования нечеткого множества данных в обычное число;

☐ преобразования нечеткого множества данных в вероятности их значений;

30. Основными элементами системы нечеткого вывода Мамдани-Заде являются

31. Особенность системы нечеткого вывода Такаги- Сугено- Канга (TSK) заключается в том, что.....

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Нейронные сети и нечеткие множества», 1 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны выполнить 2 задачи. Варианты расчетно-графического задания представлены в п.4.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все задания РГЗ(Р), оценка составляет 0-49 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если выполнено одно задание РГЗ(Р), или выполнены все, но ответы не обоснованы, оценка составляет 50-72 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если выполнены все задания РГЗ(Р), но решения не полностью обоснованы, оценка составляет 73-89 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если задания выполнены в полном объеме, все ответы и решения обоснованы, оценка составляет 90-100 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины:

1. Лабораторные работы – 20 баллов.
2. Расчетно-графическое задание – 40 баллов.
3. Зачет – 40 баллов.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Расчетно-графическая работа № 1

Аналитические методы оптимизации целевых функций при наличии ограничений

Задача 1. Оптимизация целевой функции без ограничений (безусловная).

Задана функция

$$y(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 + c \cdot x_1 \cdot x_2 + a \cdot x_1 + b \cdot x_2 + d$$

Область определения функции вся плоскость.

1. Аналитическим способом найдите все стационарные точки функции и определите их тип (минимум, максимум, седло).
2. Приведите графики поверхности и семейства изолиний заданной функции.

Задача 2. Оптимизация целевой функции с ограничениями.

1. Аналитическим способом получите формулы для расчета распределения расходов воды по рукавам на участке реки, граф которого приведен на рисунке 1.

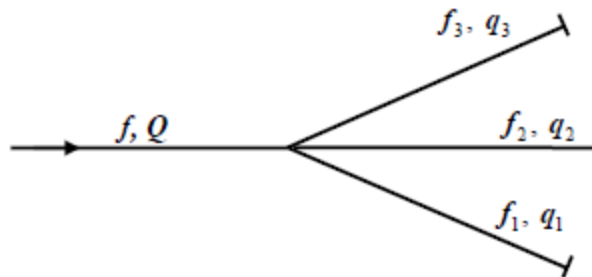


Рисунок 1 - Граф участка реки.

Для расчета расходов используем принцип минимума потерь энергии, который утверждает, что расходы воды распределятся по рукавам таким образом, что энергия потерь на участке будет минимальной

$$E(q_1, q_2, \dots, q_N) \longrightarrow \min.$$

$$E(q_1, q_2, \dots, q_N) = \sum_{n=1}^N f_n \cdot q_n^3 - \text{энергия потерь на участке,}$$

где f_n – сопротивления рукавов, q_n – расходы в рукавах, N – количество рукавов реки, Q – расход на входе участка (известная величина).

На значения расходов налагаются ограничения

$$0 \leq q_n \leq Q, \quad n=1, 2, \dots, N$$

$$\sum_{m=1}^M q_m = 0 - \text{уравнения неразрывности потока,}$$

M – количество узлов на участке реки.

Таким образом, задача заключается в определении координат минимума функции потерь при наличии ограничений. Это типичная постановка задачи оптимизации с ограничениями.

Классический способ решения задачи состоит в исключении условий типа равенств из ограничений, путем составления функции Лагранжа.

Для схемы участка, имеем $N=3, M=1$.

Функция потерь энергии и ограничения для участка реки, изображенного на рисунке 1 примут вид

$$E(q_1, q_2, q_3) = \sum_{n=1}^3 f_n \cdot q_n^3.$$

$$0 \leq q_n \leq Q, \quad n=1,2,3$$

$$Q - q_1 - q_2 - q_3 = 0.$$

Эта задача сводится к задаче безусловной оптимизации функции Лагранжа

$$L(q_1, q_2, q_3, \lambda) = \sum_{n=1}^3 f_n \cdot q_n^3 + \lambda \cdot (Q - q_1 - q_2 - q_3).$$

Найденные в результате решения задачи значения расходов будут являться искомыми величинами.

Варианты задания приведены в табл.1.

Таблица 1

Таблица значений коэффициентов функций							
Номер варианта	Значения коэффициентов						
	a	b	c	d	f_1	f_2	f_3
1	0.2	-0.7	-0.3	-0.3	100	200	300
2	-0.4	-0.7	-0.3	-0.3	300	150	400
3	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	250	750	350
4	-0.4	-0.3	0.3	0.5	400	650	200
5	-0.4	0.3	0.3	0.5	200	150	700
6	-0.4	0.1	0.3	-0.3	550	250	350
7	0.4	0.6	0.1	0.5	800	1000	500
8	0.4	0.7	0.8	0.1	350	450	900
9	0.2	0.7	0.8	0.1	150	200	250
10	0.3	-0.1	-0.5	0.2	300	450	550

Для всех вариантов положите величину расхода на входе участка реки равной $Q = 5 \text{ м}^3 / \text{с}$.

Расчетно-графическая работа № 2

Итерационные методы оптимизации целевых функций

Проведите исследование функции заданной формулой

$$y(x_1, x_2) = A \cdot \exp[-\varphi(x_1, x_2)] + B \cdot \exp[-\eta(x_1, x_2)],$$

где:

$$\varphi(x_1, x_2) = \left[\frac{(x_1 - a)^2 + (x_2 - b)^2}{s1} \right],$$

$$\eta(x_1, x_2) = \left[\frac{(x_1 - c)^2 + (x_2 - d)^2}{s2} \right].$$

Для всех вариантов задания значения параметров $s1=0.1$ и $s2=0.2$ одинаковы.

Значения остальных параметров a , b , c , A , B приведены в таблице 2.

Таблица 2

Таблица значений коэффициентов функций						
Номер варианта	Значения коэффициентов					
	a	b	c	d	A	B
1	0.3	-0.4	-0.2	0.5	0.5	1
2	0.2	-0.4	0.1	0.4	0.7	1
3	0.2	-0.4	0.1	0.7	0.7	0.6
4	0.5	-0.3	-0.1	0.7	0.9	0.3
5	0.5	-0.1	-0.1	0.7	0.9	0.8
6	0.5	-0.1	-0.1	0.3	0.9	0.8
7	0.5	-0.1	-0.3	0.3	0.8	0.8
8	0.5	-0.1	-0.3	-0.3	0.8	0.8
9	0.5	-0.7	-0.3	-0.3	0.8	0.8
10	0.4	-0.7	-0.3	-0.3	0.4	0.8

1. Найдите глобальный максимум функции методом случайного поиска.
2. Найдите глобальный максимум функции методом наискорейшего спуска.
3. Приведите графики поверхности и семейства изолиний заданной функции.

Расчетно-графическая работа № 3

Формирование данных для обучения нейронной сети прогнозированию временных рядов

Методические указания

В качестве источника прогнозируемого сигнала предлагается использовать модель процесса авторегрессии - скользящего среднего второго порядка.

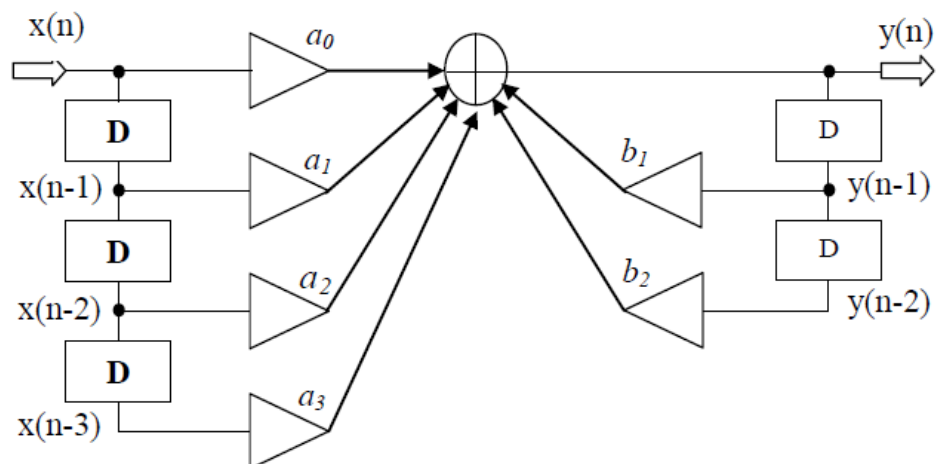


Рисунок 2 - Структурная схема фильтра, формирующего процесс.

Разностное уравнение процесса на выходе фильтра

$$x(n) = b_1 \cdot x(n-1) + b_2 \cdot x(n-2) + \sum_{k=0}^3 a_k \cdot \varepsilon(n-k),$$

где: $\varepsilon(n)$ – последовательность отсчетов белого шума с нормальным (гауссовским) законом распределения, нулевым средним значением и единичной дисперсией.

Варианты задания приведены в табл.3.

Таблица 3

Таблица значений коэффициентов функций						
Номер варианта	Значения коэффициентов					
	a_0	a_1	a_2	a_3	b_1	b_2
1	1	1	1	1	1	-0.5
2	1	2	0.5	0.5	1	-0.25
3	1	0.3	0.4	0.3	-0.8	-0.3
4	1	1	0.5	0.25	-0.5	0.2
5	1	0.5	0.5	1	-0.5	0.5
6	1	1.5	0.25	0.25	0.25	-0.3
7	1	0.7	0.3	1	0.6	-0.4
8	1	0.5	0.5	1.5	-0.3	0.3
9	1	1	0.5	0.25	0.3	0.1
10	1	1.5	0.7	0.3	0.8	0.1

1. Запишите уравнение авторегрессии.
2. Сформируйте выборки временных рядов для обучающего, тестового и контрольного множеств. В каждой выборке должно содержаться по 100 отсчетов.
3. Вычислите оценки математического ожидания, дисперсии и коэффициентов корреляции выборок для обучающего, тестового и контрольного множеств.
4. Вычислите оценки автокорреляционных и взаимных корреляционных функций выборок для обучающего, тестового и контрольного множеств. Изобразить необходимые графики.
5. Сохраните выборки в файлах для последующего использования для обучения и тестирования нейронной сети.

Расчетно-графическая работа № 4

Создание образов классов и формирование выборочных множеств для задачи классификации

1. Сформируйте образы четырех классов для классификатора двумерных векторов в области $[-1 \ 1] \times [-1 \ 1]$.

Образы классов представляют собой полигоны различной формы.

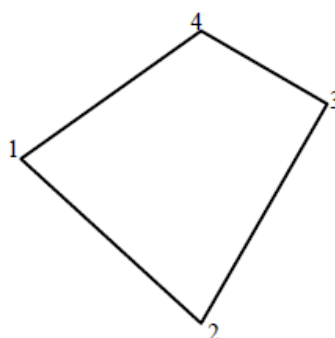


Рисунок 3 - Структурная схема нумерации вершин полигонов.

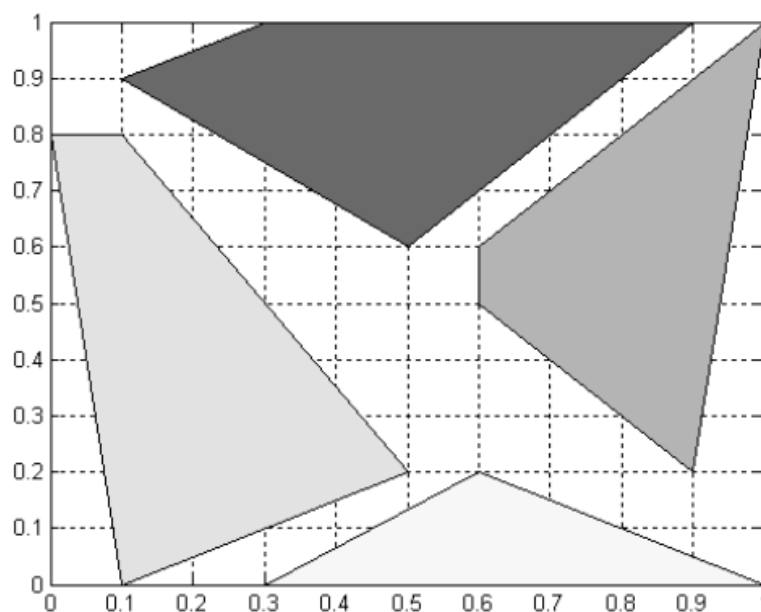


Рисунок 4 - Пример представления классов.

Координаты вершин полигонов задаются в таблице вариантов в виде

$$X1 = [x1 \ x2 \ x3 \ x4]$$

$$Y1 = [y1 \ y2 \ y3 \ y4]$$

Варианты задания приведены в табл.4.

Таблица 4

Таблица параметров полигонов классов																
Вариант	Класс I				Класс II				Класс III				Класс IV			
1	0.1	0.55	0.45	0.3	0.0	0.15	0.5	0.15	0.6	0.9	1.0	0.65	0.35	0.9	0.6	0.5
	0.9	0.65	1.0	1.0	0.8	0.05	0.25	0.8	0.5	0.2	1.0	0.65	0.0	0.0	0.2	0.2
2	0.1	0.5	0.9	0.3	0.0	0.1	0.5	0.1	0.6	0.9	1.0	0.6	0.3	1.0	0.6	0.6
	0.9	0.6	1.0	1.0	0.8	0.0	0.2	0.8	0.5	0.2	1.0	0.6	0.0	0.0	0.2	0.2
3	0.1	0.5	0.9	0.3	0.0	0.1	0.5	0.1	0.6	0.9	1.0	0.6	0.3	1.0	0.6	0.6
	0.9	0.6	1.0	1.0	0.8	0.0	0.2	0.8	0.5	0.2	1.0	0.6	0.0	0.1	0.2	0.2
4	0.2	0.5	0.9	0.3	0.0	0.1	0.5	0.1	0.6	0.9	1.0	0.6	0.3	1.0	0.6	0.6
	0.9	0.6	1.0	1.0	0.8	0.0	0.2	0.8	0.5	0.2	1.0	0.6	0.0	0.1	0.2	0.2
5	0.2	0.5	0.9	0.3	0.0	0.1	0.5	0.1	0.6	0.9	1.0	0.6	0.3	1.0	0.6	0.6
	0.9	0.7	1.0	1.0	0.8	0.0	0.2	0.8	0.5	0.2	1.0	0.6	0.0	0.1	0.2	0.2
6	0.2	0.5	0.9	0.3	0.0	0.1	0.3	0.1	0.6	0.9	1.0	0.6	0.3	1.0	0.6	0.6
	0.9	0.7	1.0	1.0	0.8	0.0	0.5	0.8	0.5	0.2	1.0	0.6	0.0	0.1	0.2	0.2
7	0.2	0.5	0.9	0.3	0.0	0.0	0.3	0.1	0.6	0.9	1.0	0.5	0.3	1.0	0.5	0.3
	0.9	0.7	1.0	1.0	0.8	0.0	0.5	0.8	0.5	0.2	1.0	0.6	0.4	0.0	0.0	0.2
8	0.2	0.5	0.9	0.3	0.0	0.0	0.3	0.1	0.6	0.9	1.0	0.5	0.3	1.0	0.5	0.3
	0.9	0.7	1.0	1.0	1.0	0.0	0.5	0.8	0.5	0.2	1.0	0.6	0.4	0.0	0.0	0.2
9	0.2	0.5	0.9	0.3	0.0	0.0	0.3	0.1	0.6	0.9	1.0	0.5	0.3	1.0	0.2	0.3
	0.9	0.7	1.0	1.0	1.0	0.0	0.5	0.8	0.5	0.2	1.0	0.6	0.4	0.0	0.0	0.2
10	0.2	0.5	0.9	0.3	0.0	0.0	0.3	0.1	0.6	0.9	1.0	0.4	0.3	1.0	0.2	0.3
	0.9	0.7	1.0	1.0	1.0	0.0	0.5	0.8	0.5	0.2	1.0	0.5	0.4	0.0	0.0	0.2

2. Сформируйте выборки векторов для обучающего и контрольного множеств. Для формирования выборок рекомендуется использовать случайные точки, с равномерным законом распределением в области $[-1 \ 1] \times [-1 \ 1]$.

3. Сохраните выборки в файлах для последующего использования для обучения и тестирования классификатора на основе нейронной сети.