



Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 05.10.2023 14:33:47
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:
Руководитель ООП

А.В. Язенин /
15 марта 2022 года

ФАКУЛЬТЕТ
«ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ
ИНФОРМАТИКА
И КИБЕРНЕТИКИ»
Тверской государственной
университет

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

АНАЛИЗ НЕЧЕТКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Направление подготовки
02.04.02 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Направленность (профиль)
Информационные технологии в управлении и принятии решений

Для студентов 2-го курса
Форма обучения – очная

Составитель:

к.ф.-м.н., доцент И.С. Солдатенко

Тверь, 2022

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины является:

Ознакомление студентов с общими принципами работы современных нечетких информационных систем.

Задачами освоения дисциплины являются:

- 1) получение общего понимания работы классических и нечетких нейронных сетей, генетических алгоритмов, систем нечеткого логического вывода и нечетких контроллеров, нечеткой кластеризации,
- 2) освоение методов решения задач нечеткой оптимизации с использованием методов интеллектуальной оптимизации.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина входит в раздел «Математический» обязательной части Блока 1.

Предварительные знания и умения: для успешного изучения и освоения материала студентам необходимо владеть основными понятиями из теории вероятностей и математической статистики, исследования операций и методов оптимизации, теории неопределенностей и нечеткой логики, методах программирования, практикума по программированию.

Полученные знания в последующем используются при выполнении выпускной квалификационной работы, а также в дальнейшей трудовой деятельности.

3. Объем дисциплины:

5 зачетных единиц, 180 академических часов, в том числе:

- **контактная аудиторная работа:**
лекции 15 часов; практические занятия 15 часов, в т.ч. практическая подготовка 11 часов;
- **самостоятельная работа:**
150 часов, в том числе контроль 36 часов.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-2 Способен применять компьютерные/суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение (в том числе отечественного производства) для	ОПК-2.1 Знает и применяет основные положения и концепции в области программирования, архитектуру языков программирования, теории коммуникации, знает основную терминологию, знаком с перечнем ПО, включенного в Единый

решения задач профессиональной деятельности	<p>Реестр Российских программ</p> <p>ОПК-2.2 Анализирует типовые языки программирования, составляет программы</p> <p>ОПК-2.3 Решает задачи анализа и интеграции различных типов программного обеспечения, анализа типов коммуникации</p>
<p>ОПК-3 Способен проводить анализ математических моделей, создавать инновационные методы решения прикладных задач профессиональной деятельности в области информатики и математического моделирования</p>	<p>ОПК-3.1 Знает и применяет методы теории алгоритмов, методы системного и прикладного программирования, основные положения и концепции в области математических, информационных и имитационных моделей</p> <p>ОПК-3.2 Соотносит знания в области программирования, интерпретирует прочитанное, определяет и создает информационные ресурсы глобальных сетей, образовательного контента, средств тестирования систем</p> <p>ОПК-3.3 Разрабатывает программное обеспечение и тестирует программные продукты</p>

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения:
экзамен в 3-м семестре.

6. Язык преподавания русский.

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

1. Для студентов очной формы обучения

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)				Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции		Практические занятия		
		Всего	в т.ч. практи- ческая подготов- ка	Всего	в т.ч. практи- ческая подгото- вка	
<p>1. Нечёткий логический вывод и нечёткие контроллеры Мягкие вычисления. Лингвистическая переменная. Машины нечеткого вывода. Общие принципы построения. Фазификация. Средства реализации. Средства воспроизведения функций принадлежности. Организация обработки правил условного логического вывода. Формирование управляющего воздействия (дефазификация). Составление правил нечеткого управления. Контроллеры для реализации нечеткого управления. Программные средства нечеткого управления. Автоматическое проектирование машин нечеткого вывода. ANFIS. Нечёткий вывод с многомерными термами.</p>	12	1		1	1	10
<p>2. Нечёткие скрытые марковские модели Марковские процессы. Нечеткие марковские процессы. Скрытые Марковские модели. Примеры использования.</p>	24	2		2	1	20

<p>3. Нечёткая кластеризация Общие принципы. Математические основы разделения на классы. Кластеризация при заданном числе кластеров. Четкая и нечеткая кластеризация. Базовый алгоритм нечетких с-средних (fuzzy c-means). Обобщения алгоритма нечетких с-средних. Алгоритм Густафсона-Кесселя (Gustafson-Kessel). Синтез нечетких правил по результатам нечеткой кластеризации. Алгоритм нечетких с-эллипсоидов. Кластеризация без задания количества кластеров. Основные идеи метода горной кластеризации. Синтез нечеткой базы знаний на основе горной кластеризации.</p>	12	1		1	1	10
<p>4. Нейронные сети Нейробиология. Биологический нейрон. Нейронные сети (НС). Становление и развитие искусственных НС. Однослойные НС. Многослойные НС. Задачи, решаемые с помощью НС. Обучение НС: обучение с учителем. Функции оценки работы сети. Обучение методом обратного распространения ошибки. Обучение без учителя. Обучение с поощрением. Задача классификации. Алгоритм классификации. Сеть Кохонена. Обучение слоя Кохонена. Метод выпуклой комбинации. Примеры обучения сети Кохонена. Применение сети Кохонена для сжатия данных. Сети Хопфилда. Бинарные системы. Устойчивость сети Хопфилда. Ассоциативная память.</p>	36	3		3	2	30
<p>5. Генетические алгоритмы Основы генетических алгоритмов. Параметры ГА. Модернизация ГА. Преимущества и недостатки. Применение. Эволюционные алгоритмы, эволюционные алгоритмы в нейронных сетях</p>	24	2		2	2	20
<p>6. Нечеткая оптимизация Нечеткие цели, ограничения и решения. Задачи нечеткого математического программирования. Прямые и не прямые методы решения. Методы агрегирования нечеткой информации.</p>	24	2		2		20

7. Алгоритмы интеллектуальной оптимизации Общие принципы. Муравьиный алгоритм. Пчелиный алгоритм. Светлячковый алгоритм. Метод роя частиц. Поиск гармонии. Метод отжига. Оптимизация передвижением бактерий. Алгоритм летучей мыши. Алгоритм косяка рыб. Алгоритм кукушки. Алгоритм серых волков. Алгоритм гравитационного поиска. Алгоритм формирования русла реки. Алгоритм капель воды. Алгоритм альтруизма. Алгоритм самоходных частиц. Стохастический диффузионный поиск.	24	2		2	2	20
8. Наивный байесовский классификатор Обзор методов автоматической классификации текстов: вероятностные, метрические, логический, линейные, на основе ИНС. Наивный байесовский метод.	12	1		1	1	10
9. Рекомендательные системы Основы рекомендательных систем. Метод коллаборативной фильтрации.	12	1		1	1	10
ИТОГО	180	15		15	11	150

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
1. Нечёткий логический вывод и нечёткие контроллеры 2. Нечёткие скрытые марковские модели 3. Нечёткая кластеризация 4. Нейронные сети 5. Генетические алгоритмы 6. Нечеткая оптимизация	<ul style="list-style-type: none"> лекция, практическая работа (решение упражнений) 	<ul style="list-style-type: none"> традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), компьютерные (показ презентаций, выполнение компьютерных лабораторных работ)
7. Алгоритмы интеллектуальной оптимизации	<ul style="list-style-type: none"> лекция, семинар (сдача проекта) 	<ul style="list-style-type: none"> компьютерные (показ презентаций, выполнение проектных заданий с использованием компьютерных технологий), технология проблемного обучения, проектный подход, исследовательская работа

8. Наивный байесовский классификатор	<ul style="list-style-type: none"> • лекция, • практическая работа (решение упражнений) 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • компьютерные (показ презентаций)
9. Рекомендательные системы		

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

№	Результат (индикатор)	Примерная формулировка заданий	Вид/способ	Критерии оценивания
1.1	ОПК-3.1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Построить задачу линейной возможностной оптимизации для трех неизвестных, используя модель уровневой оптимизации. Придумать коэффициенты ограничений задачи и нечетких параметров такие, чтобы область определения эквивалента была непустая. 2. Построить эквивалентный детерминированный аналог задачи линейной возможностной оптимизации для трех неизвестных в случае T_w-связанных параметров и визуализировать их области определения по срезам (срезы произвольные). 	вид: творческое, проектное задание результаты: отчет, презентация, компьютерная программа	<ul style="list-style-type: none"> • придумана задача: 5, • построен детерминированный эквивалент: 5
1.2	ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.3	<ol style="list-style-type: none"> 3. Решить получившийся детерминированный аналог одним из методов интеллектуальной оптимизации и визуализировать решение. 		<ul style="list-style-type: none"> • запрограммирован метод решения: 10, • визуализировано решение: 5,
1.3	ОПК-2.3 ОПК-3.2	<ol style="list-style-type: none"> 4. Сделайте презентацию по изученному методу и полученным результатам. 		<ul style="list-style-type: none"> • подготовлена итоговая презентация: 5
2	ОПК-2.2 ОПК-3.1 ОПК-3.3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработать нечёткий контроллер для решения задачи автоматического торможения движущегося прямолинейно автомобиля перед препятствием. Входными параметрами контроллера являются расстояние до препятствия и скорость автомобиля. Выходным является тормозное усилие (поглощаемая за единицу времени энергия). 2. Реализуйте оптимизацию правых частей правил системы нечёткого вывода с использованием генетического алгоритма на учебном примере. 	вид: творческое, проектное задание результаты: компьютерная программа	<ul style="list-style-type: none"> • разработана мат. модель нечеткого контроллера: 10, • разработана программа нечеткого контроллера: 10, • запрограммирован генетический алгоритм: 10
3	ОПК-2.1 ОПК-3.1	<p>Примеры вопросов для устного ответа:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. На чем основана работа генетического алгоритма оптимизации? 2. Расскажите о роевом алгоритме 		вид: ответы на вопросы способ: устно

		<p>оптимизации?</p> <p>3. Что такое задача возможностной оптимизации?</p> <p>4. Приведите примеры постановки задачи возможностной оптимизации.</p> <p>5. Расскажите о непрямых методах решения задач возможностной оптимизации.</p> <p>6. Что такое нечеткий контроллер и для чего он используется?</p> <p>7. Что такое процесс фазификации? Как он выполняется?</p> <p>8. Какие алгоритмы дефазификации вам известны? Как они работают?</p>																																						
4	ОПК-3.1	<p>Дана система пользовательской коллаборативной фильтрации. В базе данных системы, представленной в виде таблицы ниже, содержится информация о предпочтениях пяти пользователей по пяти различным продуктам. Числа в таблице – это рейтинг продукта: чем он выше, тем больше предпочтение. Необходимо оценить, стоит ли рекомендовать выделенный знаком вопроса продукт указанному пользователю или нет. Для решения задачи необходимо найти, насколько другие пользователи в базе похожи на указанного, подсчитать коэффициенты корреляции Пирсона, и по оценкам других пользователей предсказать, какую оценку даст данный пользователь данному продукту.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Defenders</th> <th>Stranger Things</th> <th>Breaking Bad</th> <th>Daredevil</th> <th>Star Trek Discovery</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Петя</td> <td>?</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Маша</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Вася</td> <td>5</td> <td>3</td> <td></td> <td>4</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Аня</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td></td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Антон</td> <td>2</td> <td>3</td> <td></td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table> <p>В ответе необходимо указать: рассчитанные коэффициенты корреляции, рассчитанную оценку и рекомендацию.</p>		Defenders	Stranger Things	Breaking Bad	Daredevil	Star Trek Discovery	Петя	?	3	4	5	2	Маша	3	5	2	2	5	Вася	5	3		4	3	Аня	5	5	5		4	Антон	2	3		2	2	<p>вид: письменные упражнения</p> <p>способ: письменно</p>	<ul style="list-style-type: none"> • коэффициенты корреляции указаны правильно: 3, • итоговая оценка подсчитана корректно: 2, • дана корректная рекомендация: 1
	Defenders	Stranger Things	Breaking Bad	Daredevil	Star Trek Discovery																																			
Петя	?	3	4	5	2																																			
Маша	3	5	2	2	5																																			
Вася	5	3		4	3																																			
Аня	5	5	5		4																																			
Антон	2	3		2	2																																			
5	ОПК-3.1	<p>Допустим, у нас есть три документа для которых известны их классы: [SPAM] предоставляю услуги бухгалтера; [SPAM] спешите купить золото; [OK] надо купить молоко. Используя модель наивного байесовского классификатора, классифицируйте фразу «надо купить сигареты». В ответе укажите вероятность того, что указанная фраза принадлежит классу SPAM.</p>	<p>вид: письменные упражнения</p> <p>способ: письменно</p>	<ul style="list-style-type: none"> • расчеты по определению принадлежности фразы к классу выполнены корректно: 4, • итоговая вероятность подсчитана корректно: 2, • дана корректная рекомендация: 1 																																				
6	ОПК-3.1	<p>1. Пусть $X = Z = \{10, 20\}$, $Y = \{2, 5\}$ и заданы два нечётких</p>	<p>вид: письменные</p>	<p>Три упражнения по 6 баллов каждое.</p>																																				

		<p>отношения:</p> <table border="1"> <tr> <td>$R_1(X, Y)$</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>$R_2(Y, Z)$</td> <td>2</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,5</td> <td>0,7</td> <td>10</td> <td>0,3</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0,6</td> <td>0,4</td> <td>20</td> <td>0,6</td> <td>0,2</td> </tr> </table> <p>Найдите функцию принадлежности нечёткого отношения $R = R_1 \circ R_2$, t-норма: произведение, s-норма: max.</p> <p>2. Пусть имеются следующие нечёткие отношения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $X \approx Y: \mu_{X \approx Y} = tr_{(x-y)}(4,1,2)$, • $X > Y: \mu_{X > Y} = tp_{(x-y)}(5,8,1,1)$, • $X \ll Y: \mu_{X \ll Y} = tp_{(x-y)}(3,4,2,1)$. <p>Вычислите графически функцию принадлежности отношения: $K = \overline{(X \approx Y)}$ или $(X > Y)$. t-норма: min, s-норма: max.</p> <p>3. <i>Modus ponens</i> $U = V = 1 + 2 + 3$ $A = \text{большой} = 0,3/2 + 1/3$ $B = \text{малый} = 0,9/1 + 0,3/2$ $C = \text{средний} = 0,1/1 + 1/2 + 0,2/3$ очень = $(\dots)^2$ t-норма: min, s-норма: max u – не очень малый. Если u – большой, то v – не малый. $R(v) = ?$</p>	$R_1(X, Y)$	10	20	$R_2(Y, Z)$	2	5	2	0,5	0,7	10	0,3	0,1	5	0,6	0,4	20	0,6	0,2	<p>упражнения</p> <p>способ: письменно</p>	
$R_1(X, Y)$	10	20	$R_2(Y, Z)$	2	5																	
2	0,5	0,7	10	0,3	0,1																	
5	0,6	0,4	20	0,6	0,2																	

Шкала оценивания уровня выполнения индикаторов:

ОПК-2.1 – пример материала для оценки №3, максимум – 9 баллов:

- меньше 4 баллов: не выполнен,
- 4–5 баллов: пороговый уровень,
- 6–7 баллов: продвинутый уровень,
- 8–9 баллов: высокий уровень

ОПК-2.2 – пример материала для оценки №№1.2, 2, максимум – 45 баллов:

- меньше 18 баллов: не выполнен,
- 18–31 баллов: пороговый уровень,
- 32–37 баллов: продвинутый уровень,
- 38–45 баллов: высокий уровень

ОПК-2.3 – пример материала для оценки №№1.2, 1.3, максимум – 20 баллов:

- меньше 8 баллов: не выполнен,
- 8–13 баллов: пороговый уровень,
- 14–16 баллов: продвинутый уровень,
- 17–20 баллов: высокий уровень

ОПК-3.1 – пример материала для оценки №№1.1, 2-6, максимум – 80 баллов:

- меньше 32 баллов: не выполнен,
- 32–55 баллов: пороговый уровень,
- 56–67 баллов: продвинутый уровень,
- 68–80 баллов: высокий уровень

ОПК-3.2 – пример материала для оценки №1.3, максимум – 5 баллов:

- меньше 2 баллов: не выполнен,
- 2–3 балла: пороговый уровень,
- 4 балла: продвинутый уровень,
- 5 баллов: высокий уровень

ОПК-3.3 – пример материала для оценки №№1.2, 2, максимум – 45 баллов:

- меньше 18 баллов: не выполнен,
- 18–31 баллов: пороговый уровень,
- 32–37 баллов: продвинутый уровень,
- 38–45 баллов: высокий уровень

Условия получения оценок «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично» описаны в п.2 раздела VI.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература:

1. Яхьяева, Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети / Г.Э. Яхьяева. - 2-е изд., испр. – М.: Интернет-Университет Информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 316 с.: ил., табл. - (Серия «Основы информационных технологий»). - ISBN 978-5-94774-818-5 (БИНОМ.ЛЗ); То же [Электронный ресурс]. - URL: http://artlib.osu.ru/web/books/content_all/1827.pdf.
2. Кухаренко, Б.Г. Интеллектуальные системы и технологии : учебное пособие / Б.Г. Кухаренко ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. - Москва : Альтаир : МГАВТ, 2015. - 115 с. : табл., граф., ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429758>
3. Язенин, А.В. Основные понятия теории возможностей / А.В. Язенин. - Москва : Издательство Физматлит, 2016. - 142 с. - ISBN 978-5-9221-1685-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=469649

б) Дополнительная литература

1. Ясницкий, Л.Н. Интеллектуальные системы [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория

2) Программное обеспечение

Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 46 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	
Adobe Acrobat Reader DC - Russian	бесплатно
Apache Tomcat 8.0.27	бесплатно
Cadence SPB/OrCAD 16.6	Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009
GlassFish Server Open Source Edition 4.1.1	бесплатно
Google Chrome	бесплатно
Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit)	бесплатно
JetBrains PyCharm Community Edition 4.5.3	бесплатно
JetBrains PyCharm Edu 3.0	бесплатно
Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022
Lazarus 1.4.0	бесплатно
Mathcad 15 M010	Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011
MATLAB R2012b	Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012
Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО	бесплатно
ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО	бесплатно
MiKTeX 2.9	бесплатно
MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK	бесплатно
NetBeans IDE 8.0.2	бесплатно
NetBeans IDE 8.2	бесплатно
Notepad++	бесплатно
Oracle VM VirtualBox 5.0.2	бесплатно
Origin 8.1 Sr2	договор №13918/M41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»
Python 3.1 pygame-1.9.1	бесплатно
Python 3.4 numpy-1.9.2	бесплатно
Python 3.4.3	бесплатно
Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64-bit)	бесплатно
WCF RIA Services V1.0 SP2	бесплатно
WinDjView 2.1	бесплатно
R Studio	бесплатно
Anaconda3 2019.07 (Python 3.7.3 64-bit)	бесплатно

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com;
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>;
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- Электронная образовательная среда ТвГУ: <http://lms.tversu.ru>
- Сайт поддержки учебного процесса по дисциплине: <http://prog.tversu.ru>
- <http://sipi.usc.edu/~kosko/>
- Научная библиотека ТвГУ (<http://library.tversu.ru>)

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

В течение семестра студент должен освоить материал, тематика которого описана в п. 4, научиться решать задачи, примеры которых приведены в п. 6, а также выполнить и сдать два проектных задания, описанных в п. 5.

Программа экзамена описана в п. 3.

Критерии получения оценок по результатам промежуточной аттестации описаны в п. 2.

1. Примеры заданий для самостоятельной работы, текущей и промежуточной аттестации

- 1) Построить нечёткую скрытую марковскую модель и найти значения переменных прямого хода по последовательности открытых состояний.
- 2) Построить нечёткую скрытую марковскую модель и найти значения переменных обратного хода по последовательности открытых состояний.
- 3) Построить нечёткую скрытую марковскую модель и определить последовательность скрытых состояний, соответствующих последовательности открытых состояний.
- 4) Построение моделей задач нечеткой оптимизации и написание генетических алгоритмов для их численного решения.
- 5) Реализовать один из алгоритмов нечёткой кластеризации по выбору студента.
- 6) Построение простейших нейронных сетей.
- 7) Построить задачу возможностной оптимизации с невырожденным эквивалентным детерминированным аналогом.
- 8) Решить эквивалентный детерминированный аналог методом интеллектуальной оптимизации:
 - a. Муравьиный алгоритм
 - b. Пчелиный алгоритм
 - c. Светлячковый алгоритм
 - d. Метод роя частиц
 - e. Поиск гармонии

- f. Метод отжига
- g. Оптимизация передвижением бактерий
- h. Алгоритм летучей мыши
- i. Алгоритм косяка рыб
- j. Алгоритм кукушки
- k. Алгоритм серых волков
- l. Алгоритм гравитационного поиска
- m. Алгоритм формирования русла реки
- n. Алгоритм капель воды
- o. Алгоритм альтруизма
- p. Алгоритм самоходных частиц
- q. Стохастический диффузионный поиск

2. Промежуточная аттестация

По итогам промежуточной аттестации студент может получить следующие виды оценок, отражающих уровень достижения результата, описанного в п. 4 раздела I настоящей РПД:

- «неудовлетворительно» – хотя бы по одному из индикаторов, указанных в п. 4 раздела I, студент не достиг порогового уровня выполнения,
- «удовлетворительно» – студент должен для всех индикаторов достичь как минимум порогового уровня выполнения и набрать за дисциплину (включая сам экзамен) не менее 40 баллов,
- «хорошо» – студент должен выполнить все требования из предыдущего пункта, а также достичь как минимум для трех индикаторов уровня выполнения «продвинутый» и набрать за дисциплину (включая сам экзамен) не менее 70 баллов,
- «отлично» – студент должен выполнить все требования из предыдущего пункта, а также достичь как минимум для трех индикаторов уровня выполнения «высокий» и набрать за дисциплину (включая сам экзамен) не менее 85 баллов.

Примеры заданий и критериев их оценки с указанием дифференцированных баллов за их выполнение, а также шкала оценивания уровня выполнения индикаторов приведены в разделе IV.

3. Программа экзамена

На экзамене студент:

- отвечает на устные вопросы по тематике учебной программы (примерный список тем приведен в п. 4),
- решает три письменных упражнения (варианты приведены в п. 6).

4. Примерные темы для самостоятельной подготовки к устным вопросам на экзамене

- Нечёткий логический вывод и нечёткие контроллеры

- Нечёткие отношения
- Лингвистические переменные
- Нечёткий логический вывод
- Теорема о нечеткой аппроксимации
- Автоматическое проектирование нечётких контроллеров
- Нечёткие нейронные сети
- Нечёткие скрытые марковские модели
- Нечёткая кластеризация
- Нейронные сети, метод обратного распространения ошибки, градиентный спуск, элементы многомерного анализа
- Генетические алгоритмы
 - Классический генетический алгоритм
 - Модификации классического генетического алгоритма
 - Эволюционные алгоритмы, эволюционные алгоритмы в нейронных сетях
- Нечеткая оптимизация
 - Методы агрегирования нечеткой информации
 - Модели задач нечеткой оптимизации и не прямые методы их решения
- Алгоритмы интеллектуальной оптимизации
 - Муравьиный алгоритм
 - Пчелиный алгоритм
 - Светлячковый алгоритм
 - Метод роя частиц
 - Поиск гармонии
 - Метод отжига
 - Оптимизация передвижением бактерий
 - Алгоритм летучей мыши
 - Алгоритм косяка рыб
 - Алгоритм кукушки
 - Алгоритм серых волков
 - Алгоритм гравитационного поиска
 - Алгоритм формирования русла реки
 - Алгоритм капель воды
 - Алгоритм альтруизма
 - Алгоритм самоходных частиц
 - Стохастический диффузионный поиск
- Наивный байесовский классификатор
- Рекомендательные системы, коллаборативная фильтрация

5. Примерные задания для проектной работы в течение семестра

Проект №1. Часть 1

Разработать нечёткий контроллер для решения задачи автоматического торможения движущегося прямолинейно автомобиля перед препятствием.

Входными параметрами контроллера являются расстояние до препятствия и скорость автомобиля. Выходным является тормозное усилие (поглощаемая за единицу времени энергия).

Движущийся автомобиль обладает кинетической энергией $E=mv^2/2$. При ненулевом выходе контроллера соответствующая часть энергии поглощается тормозной системой, а скорость автомобиля соответствующим образом снижается.

Проект №1. Часть 2

Реализуйте оптимизацию правых частей правил системы нечёткого вывода с использованием генетического алгоритма. Для этого, предложите критерий качества управления таким образом, чтобы система, во-первых, обеспечивала торможение автомобиля до препятствия, и во-вторых, не начинала торможение слишком рано. Разработайте процедуру испытания системы управления, которая бы проверила его эффективность в разных условиях (разные скорости и расстояния до препятствия).

Проект №2

Построить задачу линейной возможностной оптимизации для трех неизвестных, используя модель уровневой оптимизации. Придумать коэффициенты ограничений задачи и нечетких параметров такие, чтобы область определения эквивалента была непустая. Построить эквивалентный детерминированный аналог задачи в случае минисвязанных и Тw-связанных параметров и визуализировать их области определения по срезам (срезы произвольные). Решить задачи подходящим методом интеллектуальной оптимизации и визуализировать решение.

6. Примерные варианты письменных упражнений

Задание №1

Дана система пользовательской коллаборативной фильтрации. В базе данных системы, представленной в виде таблицы ниже, содержится информация о предпочтениях пяти пользователей по пяти различным продуктам. Можно считать, что числа в таблице – это рейтинг продукта: чем он выше, тем больше предпочтение. Необходимо оценить, стоит ли рекомендовать выделенный знаком вопроса продукт указанному пользователю или нет.

Для решения задачи необходимо:

- найти, насколько другие пользователи в базе похожи на указанного, подсчитав коэффициенты корреляции Пирсона,
- по оценкам других пользователей предсказать, какую оценку даст данный пользователь данному продукту, учитывая с большим весом тех пользователей, которые больше похожи на данного в соответствии с коэффициентами корреляции,

- если рассчитанное значение больше или равно среднему по всем продуктам, уже оцененным пользователем, то **рекомендовать**.

	Defenders	Stranger Things	Breaking Bad	Daredevil	Star Trek. Discovery
Петя	?	3	4	5	2
Маша	3	5	2	2	5
Вася	5	3		4	3
Аня	5	5	5		4
Антон	2	3		2	2

В ответе необходимо указать: рассчитанные коэффициенты корреляции, рассчитанную оценку и рекомендацию.

Задание №2

Допустим, у нас есть три документа для которых известны их классы:

[SPAM] предоставляю услуги бухгалтера;

[SPAM] спешите купить золото;

[OK] надо купить молоко.

Используя модель наивного байесовского классификатора, классифицируйте фразу «надо купить сигареты». В ответе укажите вероятность того, что указанная фраза принадлежит классу SPAM.

Задание №3

1. Пусть $X = Z = \{10, 20\}$, $Y = \{2, 5\}$ и заданы два нечётких отношения:

$R_1(X, Y)$	10	20
2	0,5	0,7
5	0,6	0,4

$R_2(Y, Z)$	2	5
10	0,3	0,1
20	0,6	0,2

Найдите функцию принадлежности нечёткого отношения $R = R_1 \circ R_2$
t-норма: произведение, s-норма: max.

2. Пусть имеются следующие нечёткие отношения:

▶ $X \approx Y: \mu_{X \approx Y} = tr_{(x-y)}(4, 1, 2),$

▶ $X > Y: \mu_{X > Y} = tp_{(x-y)}(5, 8, 1, 1),$

▶ $X \ll Y: \mu_{X \ll Y} = tp_{(x-y)}(3, 4, 2, 1).$

Вычислите графически функцию принадлежности отношения:

$$K = (\overline{X \approx Y}) \text{ или } (X > Y).$$

t-норма: min, s-норма: max.

3. *Modus ponens*

$$U = V = 1 + 2 + 3$$

$$B = \text{малый} = 0,9/1 + 0,3/2$$

$$A = \text{большой} = 0,3/2 + 1/3$$

$$C = \text{средний} = 0,1/1 + 1/2 + 0,2/3$$

$$\text{очень} = (\dots)^2$$

$$\text{t-норма: min, s-норма: max.}$$

u – не очень малый.

Если u – большой, то v – не малый. $R(v) = ?$

7. Указания для обучающихся

Организуя свою учебную работу, студенты должны, во-первых, выявить рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса, практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Во-вторых, ознакомиться с указанным в методическом материале по дисциплине перечнем учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также с методическими материалами на бумажных и/или электронных носителях, выпущенных кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

1. Работа с учебными пособиями.

Для полноценного усвоения курса студент должен, прежде всего, овладеть основными понятиями этой дисциплины. Необходимо усвоить определения и понятия, уметь приводить их точные формулировки, приводить примеры объектов, удовлетворяющих этому определению. Кроме того, необходимо знать круг фактов, связанных с данным понятием. Требуется также знать связи между понятиями, уметь устанавливать соотношения между классами объектов, описываемых различными понятиями.

2. Самостоятельное изучение тем.

Самостоятельная работа студента является важным видом деятельности, позволяющим хорошо усвоить изучаемый предмет и одним из условий достижения необходимого качества подготовки и профессиональной переподготовки специалистов. Она предполагает самостоятельное изучение студентом рекомендованной учебно-методической литературы, различных справочных материалов, написание рефератов, выступление с докладом, подготовку к лекционным и практическим занятиям, подготовку к зачёту и экзамену.

3. Подготовка к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется следовать методическим рекомендациям по работе с учебными пособиями, приведенным выше.

4. Составление конспектов.

В конспекте отражены основные понятия темы. Для наглядности и удобства запоминания используются схемы и таблицы.

VII. Материально-техническое обеспечение

Для аудиторной работы

Учебная аудитория № 206 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели, экран, проектор.
Учебная аудитория № 318 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели, экран, проектор.
Компьютерный класс факультета ПМиК № 46 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Компьютер, экран, проектор, кондиционер.

Для самостоятельной работы

Помещение для самостоятельной работы обучающихся: Компьютерный класс факультета ПМиК № 46 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Компьютер, экран, проектор, кондиционер.
--	---

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	3. Объем дисциплины	Выделение часов на практическую подготовку	От 29.10.2020 года, протокол № 3 ученого совета факультета
2.	II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	Выделение часов на практическую подготовку по темам	От 29.10.2020 года, протокол № 3 ученого совета факультета
3.	V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 2) Программное обеспечение	Внесены изменения в программное обеспечение	От 29.09.2022 года, протокол № 2 ученого совета факультета
4.	VII. Материально-техническое обеспечение	Внесены изменения в материально-техническое обеспечение аудиторий	От 29.09.2022 года, протокол № 2 ученого совета факультета
5.	3. Объем дисциплины	Изменение контактной аудиторной работы	От 29.12.2022 года, протокол № 6 ученого

			совета факультета
6.	II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	Изменение контактной аудиторной работы	От 29.12.2022 года, протокол № 6 ученого совета факультета
7.	V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 2) Программное обеспечение	Внесены изменения в программное обеспечение	От 24.08.2023 года, протокол № 1 ученого совета факультета