

БАЛТИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. УСТИНОВА

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор -  
проректор по образовательной  
деятельности

В.А.Бородавкин



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Системы искусственного интеллекта**

(указывается наименование дисциплины в соответствии с ФГОС и учебным планом)

Направление/  
специальность подготовки **24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов**

(указывается индекс и наименование направления специальности)

Специализация/профиль/программа  
подготовки Моделирование и информационные технологии проектирования ракетно-космических систем

Уровень высшего образования **специалитет**

(бакалавриат магистратура специалитет)

Форма обучения **очная**

Факультет **А Ракетно-космической техники**

(указывается индекс и полное наименование факультета Университета, заказавшего программу)

Выпускающая кафедра **A1 Ракетостроение**

(указывается индекс и полное наименование выпускающей кафедры)

Кафедра-разработчик  
рабочей программы **A1 Ракетостроение**

(указывается индекс и полное наименование кафедры, составившей и реализующей программу)

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (Зачетных единиц)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)												Вид промежуточного контроля	
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ						САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА						
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ДРУГИЕ ВИДЫ ЗАНЯТИЙ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	РАСЧЁТНО - ГРАФ. РАБОТА	РЕФЕРАТ		ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ
							ПРАКТИЧЕСК ИЕ ЗАНЯТИЯ	СЕМИНАРЫ								
4	8	3	108	51	34	-	17	-	-	57	-	-	-	-	57	Зач.

Начальник отдела основных образовательных программ

А.А. Русина /

« 31 » 09 2019

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ\*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

### 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и

#### ракетно-космических комплексов

(указывается индекс и наименование направления/специальности)

Программу составили:

Кафедра А1

Маслов Александр Анатольевич, доцент, к.т.н., доцент

Эксперт - представитель

АО «ГОЗ Обуховский завод»

первый заместитель главного конструктора

Петраковский А.В.

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А1 Ракетостроение**

(индекс и наименование кафедры-разработчика рабочей программы)

«31» 08 2019\_\_ г. Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., профессор

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**А1 Ракетостроение**

(индекс и наименование выпускающей кафедры)

«31» 08 2019\_\_ г.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)

/Бородавкин В.А./

(подпись)

Рабочая программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии по укрупненной группе направлений и специальностей подготовки (УМК по УГНиСП)

24.00.00 Авиационная и ракетно-космическая техника

(индекс)

(полное наименование направления)

протокол № 2/2019

(№ протокола)

«31» 08 2019\_\_ г.

Председатель УМК по УГНиСП д.в.н., доц.

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)

/ Сырцев А.Н./

(подпись)

Учебная дисциплина обеспечена основной литературой

«31» 08 2019\_\_ г.

Директор библиотеки БГТУ

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)

(подпись)

/ Сесина Н.В. /

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО .....	5
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	11
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	12
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	13

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы преподавания
- Приложение 3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
- Приложение 4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
- Приложение 5. Фонды оценочных средств
- Приложение 6. Справка о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова учебной литературы
- Приложение 7. Лист изменений, вносимых в рабочую программу

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций на уровнях:

### Общекультурных

ОК-19 владением культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения	Пороговый уровень
--	-------------------

### Общепрофессиональных

ОПК 2 пониманием роли математических и естественнонаучных наук и способностью к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий, способностью использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)	Пороговый уровень
---	-------------------

### Профессиональных

ПК-1 способностью работать в информационно-коммуникационном пространстве, проводить твердотельное компьютерное моделирование, прочностные, динамические и тепловые расчеты с использованием программных средств общего назначения	Пороговый уровень
---	-------------------

Формированию указанных компетенций служит достижение следующих результатов образования:

#### знания:

на уровне представлений:

принципы построения моделей функционирования изделий ракетно-космической техники (РКТ) (ОК-19, ОПК-2);

на уровне воспроизведения:

способы построения моделей поиска и принятия решений (ОПК-2, ПК-1);

на уровне понимания:

математические зависимости, позволяющие составлять математические модели, описывающие процессы, происходящие при эксплуатации изделий РКТ(ОПК-2, ПК-1);

#### умения:

теоретические:

составление моделей функционирования изделий РКТ(ОПК-2, ПК-1);

практические:

владеть методами составления и анализа моделей РКТ для поиска и принятия решений(ОПК-2, ПК-1);

#### навыки:

использования современных методов разработки систем поддержки принятия решений и экспертных систем с интеллектуальными возможностями (ОПК-2, ПК-1).



## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Системы искусственного интеллекта» является дисциплиной *базовой части* Блока I программы.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин:

Математика (дифференциальное исчисление, линейная алгебра, интегральное исчисление, дифференциальные уравнения), Теоретические основы информатики, Программные средства автоматизации инженерных расчетов, Устройства и функционирование летательных аппаратов, Специальные главы математики, Методы инженерного анализа, Моделирование случайных процессов, Основы проектирования ракетных систем

и служит основой для освоения дисциплин: количественные методы исследования эффективности, синтез ракетных систем, технологии искусственного интеллекта, испытания ракетных систем, современные технологии проектирования, учебная научно-исследовательская работа студентов, курсовое и дипломное проектирование.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

способность использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач (ОК-2);

способностью критически оценивать основные теории и концепции, границы их применения (ОК-3);

наличие навыков работы с компьютером как средством управления, в том числе в режиме удаленного доступа, способностью работать с программными средствами общего и специального назначения (ОК-15);

способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-4);

способностью анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники (ПК-2);

способность создавать математические модели функционирования высокоточных ракетных систем тактического применения, рассчитывать траектории полета ракет, а также оценивать их управляемость и точность наведения (ПСК-7.1);

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

(с распределением общего бюджета времени в часах)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ		
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (СЕМИНАР)	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ОК-19	ОПК-2	ПК-1
4	8	1	<b>Раздел 1. Введение.</b> 1.1. Краткая история искусственного интеллекта (ИИ). Основные направления исследований в области ИИ. Программное обеспечение систем ИИ. Разработка естественно-языковых интерфейсов и машинный перевод. Интеллектуальные роботы. Машинное зрение. Обучение и самообучение. Распознавание образов. Другие направления. 1.2. Представление задач в пространстве состояний. Поиск в пространстве состояний. Дедуктивный вывод. Введение в экспертные системы (ЭС). Характеристики ЭС. Достоинства ЭС. Место человека в ЭС. Организация ЭС. Организация знаний. Отличие ЭС от традиционных программ. Основные виды деятельности ЭС. Типы задач, решаемые ЭС.	9	2	2	0	0	7	10%	10%	10%
4	8	2	<b>Раздел 2. Разработка экспертных систем.</b> 2.1. Классификация систем, основанных на знаниях. Применимость, возможность, оправданность и разумность ЭС. Построение ЭС. Уровни разработки ЭС. Выбор инструментального средства построения ЭС. Приобретение знаний от экспертов. Беседы с экспертом. Взаимодействие пользователя с системой принятия решений. 2.2. Средства построения ЭС. Представление знаний в интеллектуальных системах. Представление знаний с использованием правил. Представление знаний с помощью логик, семантических сетей, фреймов. Языки программирования для приложений в области ИИ. Языки инженерии знаний. Продукционные системы. Прямая и обратная цепочки рассуждений. Коэффициент доверия как средство реализации неопределенности в базах знаний.	24	14	8	6	0	10	15 %	15 %	15 %

			2.3. Байесовский подход. Машина логического вывода и база знаний. Теорема Байеса. Неопределенность, заключенная в реакции человека. Косвенная цепочка рассуждений. Подход с ценами свидетельств. Выработка заключения. 2.4. Интервальный вероятностный подход к работе с неопределенностью в базах знаний. Надежность утверждений. Комбинирование свидетельств. Противоречия. Правила со сложными условиями. Условия со сложными сравнениями. Пример вывода. Использование рассмотренных методов работы с неопределенностью на примерах решения конкретных задач из области ракетостроения.										
4	8	3	<b>Раздел 3. Основы теории нечётких множеств и нечёткой логики.</b> 3.1. Нечёткие рассуждения в системах ИИ. Основные понятия теории нечётких множеств. Определение нечёткого множества. Основные характеристики нечётких множеств. Основные типы функций принадлежности. 3.2. Операции над нечёткими множествами. Равенство и доминирование нечётких множеств. Операции пересечения, объединения и разности. Альтернативные операции пересечения и объединения нечётких множеств. Некоторые дополнительные операции над нечёткими множествами. 3.3. Нечёткие отношения и способы их задания. Основные характеристики нечётких отношений. Операции над нечёткими отношениями. Композиция бинарных нечётких отношений. Нечёткое отображение. 3.4. Нечёткая и лингвистическая переменные. Определения. Примеры. Нечёткие величины, числа и интервалы. Операции над нечёткими числами и интервалами. Нечёткие числа и интервалы в форме (L-R)-функций. Операции над ними. Треугольные нечёткие числа и трапециевидные интервалы. Композиция нечёткого множества и нечёткого отношения. 3.5. Основы нечёткой логики. Понятие нечёткого высказывания. Основные логические операции с нечёткими высказываниями. Логическое отрицание, конъюнкция, дизъюнкция нечётких высказываний. Нечёткая импликация. Принятие решений в нечёткой среде.	20	10	10	0	0	10	15 %	15 %	15 %	
4	8	4	<b>Раздел 4. Системы нечёткого вывода.</b> 4.1. Базовая архитектура систем нечёткого вывода. Нечёткие лингвистические высказывания. Основные этапы нечёткого вывода. Формирование базы правил. Фаззификация. Агрегирование. Активизация. Аккумуляция. Дефаззификация. Метод центра тяжести. Метод центра площади. Метод левого/правого модального значения. Проектирование базы нечётких правил на основе численных данных.	36	16	8	8	0	20	45 %	45 %	45 %	





		неформализованной задачи в режиме командной строки.	
7		Разработка системы нечёткого вывода Мамдани и системы нечёткого вывода Сугено на основе численных данных с использованием графического интерфейса.	1
8		Основы нечётких нейронных сетей. Общая характеристика ANFIS – адаптивных систем нейро-нечёткого вывода. Понятие нейронной сети и основные её характеристики. Гибридная сеть как адаптивная система нейро-нечёткого вывода.	2
9		Разработка системы нейро-нечёткого вывода (ANFIS) на основе численных данных с использованием графического интерфейса.	1
10		Решение задачи нечёткой кластеризации методом нечётких с-средних в командном режиме и с использованием графического интерфейса. Решение задачи определения числа кластеров для нечёткой кластеризации.	1
11	<b>Раздел 5. Генетические алгоритмы.</b>	Классический генетический алгоритм. Иллюстрация выполнения классического генетического алгоритма. Иллюстрация выполнения классического генетического алгоритма. Кодирование параметров задачи в генетическом алгоритме. Основная теорема о генетических алгоритмах. Модификации классического генетического алгоритма. Методы селекции. Особые процедуры репродукции. Генетические операторы. Методы кодирования. Масштабирование функции приспособленности. Решение задач с помощью генетического алгоритма в режиме графического интерфейса и с использованием командной строки.	3
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

**3.3. Лабораторный практикум программой дисциплины не предусмотрен.**

**3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)**

Номер и наименование раздела дисциплины	СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ЗАДАНИЯ	время (час)
		СРС
<b>Раздел 1. Введение.</b>	Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с историей искусственного интеллекта (ИИ). Основными направлениями исследований в области ИИ. Программным обеспечением систем ИИ. Разработкой естественно-языковых интерфейсов и машинным переводом. Интеллектуальные роботы. Машинное зрение. Обучение и самообучение. Распознавание образов.	3
	Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с изложением следующих вопросов: Представление задач в пространстве состояний. Поиск в пространстве состояний. Дедуктивный вывод. Введение в экспертные системы (ЭС). Характеристики ЭС. Достоинства ЭС. Место человека в ЭС. Организация ЭС. Организация знаний. Отличие ЭС от традиционных программ. Основные виды деятельности ЭС. Типы задач, решаемые ЭС.	4
<b>Раздел 2. Разработка экспертных систем.</b>	Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с изложением следующих вопросов: Классификация систем, основанных на знаниях. Применимость, возможность, оправданность и разумность ЭС. Построение ЭС. Уровни разработки ЭС. Выбор инструментального средства построения ЭС. Приобретение знаний от экспертов. Беседы с экспертом. Взаимодействие пользователя с системой принятия решений.	1
	Подготовка к практическим занятиям: Разработка базы знаний для решения неформализованной задачи с помощью продукционной системы, использующей коэффициент доверия при работе с неопределенностью	4
<b>Раздел 2. Разработка экспертных систем</b>	Подготовка к практическим занятиям : Разработка базы знаний для решения неформализованной задачи с помощью вероятностной реализации экспертной системы. (Байесовский подход.)	4

систем.	Подготовка к практическим занятиям : Разработка базы знаний для продукционной системы, использующей интервальный вероятностный подход к работе с неопределенностью.	1
Раздел 3. Основы теории нечётких множеств и нечёткой логики.	Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с изложением следующих вопросов: Нечёткие рассуждения в системах ИИ. Основные понятия теории нечётких множеств. Определение нечёткого множества. Основные характеристики нечётких множеств. Основные типы функций принадлежности. Операции над нечёткими множествами. Равенство и доминирование нечётких множеств. Операции пересечения, объединения и разности. Альтернативные операции пересечения и объединения нечётких множеств. Некоторые дополнительные операции над нечёткими множествами. Основы нечёткой логики. Понятие нечёткого высказывания. Основные логические операции с нечёткими высказываниями. Логическое отрицание, конъюнкция, дизъюнкция нечётких высказываний. Нечёткая импликация. Принятие решений в нечёткой среде.	4
	Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с изложением следующих вопросов: Нечёткие отношения и способы их задания. Основные характеристики нечётких отношений. Операции над нечёткими отношениями. Композиция бинарных нечётких отношений. Нечёткое отображение. Нечёткая и лингвистическая переменные. Определения. Примеры. Нечёткие величины, числа и интервалы. Операции над нечёткими числами и интервалами. Нечёткие числа и интервалы в форме (L-R)-функций. Операции над ними. Треугольные нечёткие числа и трапециевидные интервалы. Композиция нечёткого множества и нечёткого отношения.	4
	Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с изложением следующих вопросов: Основы нечёткой логики. Понятие нечёткого высказывания. Основные логические операции с нечёткими высказываниями. Логическое отрицание, конъюнкция, дизъюнкция нечётких высказываний. Нечёткая импликация. Принятие решений в нечёткой среде.	2
Раздел 4. Системы нечёткого вывода.	Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с изложением следующих вопросов: Базовая архитектура систем нечёткого вывода. Нечёткие лингвистические высказывания. Основные этапы нечёткого вывода. Формирование базы правил. Фаззификация. Агрегирование. Активизация. Аккумуляция. Дефаззификация. Метод центра тяжести. Метод центра площади. Метод левого/правого модального значения. Проектирование базы нечётких правил на основе численных данных.	4
	Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Основные алгоритмы нечёткого вывода. Алгоритм Мамдани. Алгоритм Сугено. Примеры использования систем нечёткого вывода. Пример разработки системы нечёткого вывода в интерактивном режиме. Пример разработки системы нечёткого вывода в режиме командной строки.	4
	Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Нечёткая кластеризация. Постановка задачи нечёткого кластерного анализа. Алгоритм решения задачи нечёткой кластеризации методом нечётких средних. Пример решения задачи в командном режиме и с использованием графического интерфейса. Решение задачи определения числа кластеров для нечёткой кластеризации.	4
Раздел 4. Системы нечёткого вывода.	Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Основы нечётких нейронных сетей. Общая характеристика ANFIS – адаптивных систем нейро-нечёткого вывода. Понятие нейронной сети и основные её характеристики. Гибридная сеть как адаптивная система нейро-нечёткого вывода.	4

	Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Примеры разработки систем нечёткого вывода. Разработка систем нечёткого вывода Мамдани, Сугено и системы нейро-нечёткого вывода (ANFIS), на основе численных данных.	4
Раздел 5. Генетические алгоритмы.	Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с изложением следующих вопросов: Основные понятия генетических алгоритмов. Классический генетический алгоритм. Иллюстрация выполнения классического генетического алгоритма. Кодирование параметров задачи в генетическом алгоритме. Основная теорема о генетических алгоритмах. Модификации классического генетического алгоритма. Методы селекции. Особые процедуры репродукции. Генетические операторы. Методы кодирования. Масштабирование функции приспособленности. Генетические алгоритмы для многокритериальной оптимизации.	8
	Подготовка к практическим занятиям, связанным с изучением следующих вопросов: Решение задач с помощью генетического алгоритма в режиме графического интерфейса и с использованием командной строки.	2
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>57</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

##### ГРАФИК КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
8				ПЗ -1				ПЗ -1					ПЗ -1			ПЗ -1	зачет

Условные обозначения:

- ПЗ-1 – собеседование по теме одного практического занятия.

**Текущая аттестация** студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ями), ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- оценивание освоения темы практических занятий в форме собеседования;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски.

**Рубежная аттестация** студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- - выполнение и защита заданий двух практических занятий;

##### **Промежуточный контроль**

по результатам 8 семестра по дисциплине проходит в форме зачета, который может включать ответы на теоретические вопросы.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты образования по данной дисциплине, включены в состав УМК дисциплины и перечислены в Приложении 5.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература:

1. Системы искусственного интеллекта [Текст] : методические указания к лабораторным работам [для вузов] / БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова ; сост. А. А. Маслов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - СПб. : [б. и.], 2015. - 50 с. : обр., схемы. - Библиогр. в подстроч. прим. 46 экз.
2. Системы искусственного интеллекта [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам [для вузов] / БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова ; сост. А. А. Маслов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2015. - 1 эл. жестк. диск : обр., схемы. - Электрон. версия печ. публикации \\lib\_server\elres\elr02237.pdf. - Библиогр. в подстроч.
3. Пегат, Анджей. Нечёткое моделирование и управление [Текст] : пер. с англ. / А. Пегат. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 798 с. : граф., схемы, табл. - (Адаптивные и интеллектуальные системы). - Библиогр.: с. 6-8, 767-785. - Дополнит. титульн. лист на англ. яз. - Предмет. указ.: с. 786-794. - 19 экз.
4. Штовба, Сергей Дмитриевич. Проектирование нечётких систем средствами MATLAB [Текст] / С. Д. Штовба. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 284 с. : граф., обр., схемы, табл. - Об авторе: послед. с. облож. - Библиогр.: с. 277-279. - Приложение: с. 280-281. - 24 экз.
5. Маслов, Александр Анатольевич. Генетический алгоритм в MATLAB [Текст] : учебное пособие [для вузов] / А. А. Маслов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2014. - 122 с. : граф., обр., схемы, табл. 27 экз.
6. Маслов, Александр Анатольевич. Генетический алгоритм в Matlab [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / А. А. Маслов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - АВТ. РЕД. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2014. - 1 эл. жестк. диск : граф., обр., схемы, табл.

### 5.2. Дополнительная литература:

1. Сосинская, Софья Семёновна. Представление знаний в информационной системе. Методы искусственного интеллекта и представления знаний [Текст] : учебное пособие для вузов / С. С. Сосинская. - Старый Оскол : ТНТ, 2011. - 215 с. : граф., схемы, табл., обр. - Библиогр.: с. 215. 5 экз.
2. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст] : Учебное пособие для ВУЗов / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. - СПб. : Питер, 2001. - 382 с. : граф., рис., табл. - Загл. обл. : Учебник. - : Студентам вузов, изучающим вопросы искусственного интеллекта в рамках существующих дисциплин. - : Разработчикам интеллектуальных систем. - : Всем интересующимся вопросами инженерии знаний. - Библиогр.: с. 358-382. - Об авторах : с. 8. - 17 экз.
3. Яковлев, Сергей Алексеевич. Экспертные системы [Текст] : учебное пособие для вузов / С. А. Яковлев ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосмич. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2010. - 123 с. : схемы, табл. - Библиогр.: с. 120-121. 2 экз.
4. Ярушкина, Надежда Глебовна. Основы теории нечётких и гибридных систем [Текст] : учебное пособие для вузов / Н. Г. Ярушкина. - М. : Финансы и статистика, 2009. - 320 с. : граф., обр., схемы, табл. - Библиогр.: с. 307-312. - Контрол. вопросы: в конце глав. - Приложение: с. 229-306. - Список сокращ.: с. 313-314. 2 экз.
5. Рыбина, Галина Валентиновна. Основы построения интеллектуальных систем [Текст] : учебное пособие для вузов / Г. В. Рыбина. - М. : Финансы и статистика. - [Б. м.] : ИНФРА-М, 2010. - 430 с. : граф., схемы, табл., обр. - Об авторе: послед. с. облож. - Библиогр.: с. 415-430. - Библиогр. в конце ч. - Список принят. сокращ.: с. 11-12. - Контр. вопросы: в конце ч. - Приложения: с. 376-414. 3 экз.

### 5.3. Электронные ресурсы. Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

- электронно-библиотечная система издательства «ЛАНЬ» – <http://e.lanbook.com>;
- электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» <http://www.biblio-online.ru>

- Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде Matlab и FuzzyTECH.- СПб.: БХВ-Петербург, 2005.- 736 с. <https://avidreaders.ru/read-book/nechetkoe-modelirovanie-v-srede-matlab-i.html>
- Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы: Пер. с польск. И.Д. Рудинского. - М.: Горячая линия – Телеком, 2006.- 452 с.: ил.  
<https://lib-bkm.ru/13784> <https://yadi.sk/d/77pH8hv13UDost>

#### 5.4. Программное обеспечение.

Программы, необходимые для проведения практических занятий выполнения курсовой работы реализованы в виде программных разработок, находящихся

на ВЦ университета:

D:\A1\S\_I\_I

и на ВЦ кафедры:

CL207\E:\S\_I\_I.

Для выполнения заданий требуется наличие среды Matlab.

#### 5.5. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

1. Возможность консультирования обучающихся преподавателями в любое время и в любой точке пространства посредством сети Интернет: консультации, проверка заданий по e-mail.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Лекционные занятия:

- 1) комплект электронных презентаций (слайдов),
- 2) аудитории, оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, компьютер),

### 6.2. Практические занятия:

- 3) компьютерный класс,
  - 4) пакеты ПО общего назначения: текстовый редактор,
  - 5) специализированное ПО:
    - программные разработки для выполнения заданий;
- на ВЦ университета: D:\A1\S\_I\_I  
и на ВЦ кафедры: CL207\E:\S\_I\_I.

- среда программирования Matlab.

### 6.3. Прочее:

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **Системы искусственного интеллекта** является дисциплиной базовой части Блока 1 программы подготовки студентов по специальности **24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов**. Дисциплина реализуется на факультете «А» («Ракетно-космическая техника») БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова кафедрой «А1» («Ракетостроение»).

Дисциплина нацелена на формирование общекультурных компетенций: ОК-19 - владением культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения; общепрофессиональных компетенций ОПК-2 - пониманием роли математических и естественнонаучных наук и способностью к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий, способностью использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин (модулей) и профессиональных компетенций ПК-1 - способностью работать в информационно-коммуникационном пространстве, проводить твердотельное компьютерное моделирование, прочностные, динамические и тепловые расчеты с использованием программных средств общего назначения выпускника.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с решением неформализованных задач с использованием технологий искусственного интеллекта.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия и самостоятельную работу студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

текущий контроль успеваемости в форме собеседования, рубежный контроль по результатам собеседований и промежуточный контроль по результатам 8 семестра в форме зачета, который может включать ответы на теоретические вопросы.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные 34 часа, практические 17 часов занятия и 57 часов самостоятельной работы студента.



## **ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ**

### **Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя**

#### **I. Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с использованием активных и интерактивных форм проведения занятий, в том числе компьютерных симуляций при подготовке к практическим занятиям.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

**Информационные технологии:** использование электронных образовательных ресурсов (электронные версии учебных и практических пособий) и Интернет-ресурсов при подготовке к лекциям и практическим занятиям; использование в рамках практикума и самостоятельной работы компьютерных программ; взаимодействие с преподавателем вне часов расписания занятий и консультаций посредством *Internet*.

**Case-study:** анализ реальных проблемных ситуаций и оценка возможности систем нечеткого вывода для решения возникающих проблем.

**Проблемное обучение:** стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для выбора архитектуры системы нечеткого вывода в зависимости от решаемой задачи.

**Опережающая самостоятельная работа** – изучение студентами нового материала в области характеристик функций принадлежности для систем нечеткого вывода различной архитектуры.

#### **II. Виды и содержание учебных занятий**

##### **Раздел 1. Введение.**

**Теоретические занятия (лекции) - 2 часа.**

**Лекция 1.** (Лк, МК) Краткая история искусственного интеллекта (ИИ). Основные направления исследований в области ИИ. Программное обеспечение систем ИИ. Разработка естественно-языковых интерфейсов и машинный перевод. Интеллектуальные роботы. Машинное зрение. Обучение и самообучение. Распознавание образов. Другие направления.

**Лекция 2.** (Лк, МК) Представление задач в пространстве состояний. Поиск в пространстве состояний. Дедуктивный вывод. Введение в экспертные системы (ЭС). Характеристики ЭС. Достоинства ЭС. Место человека в ЭС. Организация ЭС. Организация знаний. Отличие ЭС от традиционных программ. Основные виды деятельности ЭС. Типы задач, решаемые ЭС.

**Управление самостоятельной работой студента - 0.2 часа.**

Консультации по изложенному материалу.

##### **Раздел 2. Разработка экспертных систем.**

**Теоретические занятия (лекции) - 6 часов.**

**Лекция 1.** (Лк, МК) Классификация систем, основанных на знаниях.

Применимость, возможность, оправданность и разумность ЭС. Построение ЭС. Уровни разработки ЭС. Выбор инструментального средства построения ЭС. Приобретение знаний от экспертов. Беседы с экспертом. Взаимодействие пользователя с системой принятия решений.

**Лекция 2.** (Лк, МК) Средства построения ЭС. Представление знаний в интеллектуальных системах. Представление знаний с использованием правил. Представление знаний с помощью логик, семантических сетей, фреймов. Языки программирования для приложений в области ИИ. Языки инженерии знаний. Продукционные системы. Прямая и обратная цепочки рассуждений. Коэффициент доверия как средство реализации неопределенности в базах знаний.

**Лекция 3. (Лк, МК)** Байесовский подход. Машина логического вывода и база знаний. Теорема Байеса. Неопределенность, заключенная в реакции человека. Косвенная цепочка рассуждений. Подход с ценами свидетельств. Выработка заключения.

**Лекция 4. (Лк, МК)** Интервальный вероятностный подход к работе с неопределенностью в базах знаний. Надежность утверждений. Комбинирование свидетельств. Противоречия. Правила со сложными условиями. Условия со сложными сравнениями. Пример вывода.

Использование рассмотренных методов работы с неопределенностью на примерах решения конкретных задач из области ракетостроения.

#### **Практические занятия - 6 часов.**

**Занятие 1.** Разработка базы знаний для решения неформализованной задачи с помощью продукционной системы, использующей коэффициент доверия при работе с неопределенностью.

Индивидуальная лабораторная работа с использованием разработанного программного обеспечения.

**Занятие 2.** Разработка базы знаний для решения неформализованной задачи с помощью вероятностной реализации экспертной системы. (Байесовский подход.)

Индивидуальная лабораторная работа с использованием разработанного программного обеспечения.

**Занятие 3.** Разработка базы знаний для продукционной системы, использующей интервальный вероятностный подход к работе с неопределенностью.

Индивидуальная лабораторная работа с использованием разработанного программного обеспечения.

**Управление самостоятельной работой студента - 0.2 часа.**

Консультации по изложенному материалу и выполнению лабораторных работ.

### **Раздел 3. Основы теории нечётких множеств и нечёткой логики.**

#### **Теоретические занятия (лекции) - 10 часов.**

**Лекция 1. (Лк, МК)** Нечёткие рассуждения в системах ИИ. Основные понятия теории нечётких множеств. Определение нечёткого множества. Основные характеристики нечётких множеств. Основные типы функций принадлежности.

**Лекция 2. (Лк, МК)** Операции над нечёткими множествами. Равенство и доминирование нечётких множеств. Операции пересечения, объединения и разности. Альтернативные операции пересечения и объединения нечётких множеств. Некоторые дополнительные операции над нечёткими множествами.

**Лекция 3. (Лк, МК)** Нечёткие отношения и способы их задания. Основные характеристики нечётких отношений. Операции над нечёткими отношениями. Композиция бинарных нечётких отношений. Нечёткое отображение.

**Лекция 4. (Лк, МК)** Нечёткая и лингвистическая переменные. Определения. Примеры. Нечёткие величины, числа и интервалы. Операции над нечёткими числами и интервалами. Нечёткие числа и интервалы в форме (L-R)-функций. Операции над ними. Треугольные нечёткие числа и трапецевидные интервалы. Композиция нечёткого множества и нечёткого отношения

**Лекция 5. (Лк, МК)** Основы нечёткой логики. Понятие нечёткого высказывания. Основные логические операции с нечёткими высказываниями. Логическое отрицание, конъюнкция, дизъюнкция нечётких высказываний. Нечёткая импликация. Принятие решений в нечёткой среде.

**Управление самостоятельной работой студента - 0.2 часа.**

Консультации по лекционному материалу.

### **Раздел 4. Системы нечёткого вывода.**

#### **Теоретические занятия (лекции) - 8 часов.**

**Лекция 1. (Лк, МК)** Базовая архитектура систем нечёткого вывода. Нечёткие лингвистические высказывания. Основные этапы нечёткого вывода. Формирование базы правил. Фаззификация. Агрегирование. Активизация. Аккумуляция. Дефаззификация. Метод центра тяжести. Метод центра площади. Метод левого/правого модального значения. Проектирование базы нечётких правил на основе численных данных.

#### **Практические занятия - 8 часов.**

**Занятие 1.** Алгоритм Мамдани. Алгоритм Сугено. Примеры использования систем нечёткого вывода. Пример разработки системы нечёткого вывода в интерактивном режиме. Пример разработки системы нечёткого вывода в режиме командной строки.

**Занятие 2.** Разработка системы нечёткого вывода Мамдани для решения неформализованной задачи с использованием графического интерфейса

**Занятие 3.** Разработка системы нечёткого вывода Мамдани для решения неформализованной задачи в режиме командной строки.

**Занятие 4.** Разработка системы нечёткого вывода Мамдани и системы нечёткого вывода Сугено на основе численных данных с использованием графического интерфейса.

**Занятие 5.** Основы нечётких нейронных сетей. Общая характеристика ANFIS – адаптивных систем нейро-нечёткого вывода. Понятие нейронной сети и основные её характеристики. Гибридная сеть как адаптивная система нейро-нечёткого вывода.

**Занятие 6.** Разработка системы нейро-нечёткого вывода (ANFIS) на основе численных данных с использованием графического интерфейса.

**Занятие 7.** Решение задачи нечёткой кластеризации методом нечётких с-средних в командном режиме и с использованием графического интерфейса. Решение задачи определения числа кластеров для нечёткой кластеризации.

**Управление самостоятельной работой студента - 0.2 часа.**

Консультации по материалу лекций, практических занятий и курсовой работе.

## **Раздел 5. Генетические алгоритмы.**

**Теоретические занятия (лекции) - 6 часов.**

**Лекция 1.** (Лк, МК) Классический генетический алгоритм. Иллюстрация выполнения классического генетического алгоритма.

**Лекция 2.** (Лк, МК) Кодирование параметров задачи в генетическом алгоритме. Основная теорема о генетических алгоритмах.

**Лекция 3.** (Лк, МК) Модификации классического генетического алгоритма. Методы селекции. Особые процедуры репродукции. Генетические операторы. Методы кодирования. Масштабирование функции приспособленности.

**Практические занятия – 3 часа.**

**Занятие 1.** Решение задач с помощью генетического алгоритма в режиме графического интерфейса и с использованием командной строки.

**Управление самостоятельной работой студента - 0.2 часа.**

Консультации по материалу лекций, практических занятий и курсовой работе.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов, из них 51 час аудиторных занятий и 57 часов, отведенных на самостоятельную работу студента. Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о порядке проведения промежуточной аттестации студентов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в п.4 Рабочей программы и в Приложении 5 к Рабочей программе.

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость, час.	Рекомендации
<b>Раздел 1. «Введение»</b>			
Подготовка к лекции	Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с историей искусственного интеллекта (ИИ). Основными направлениями исследований в области ИИ.	3	Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем.- СПб.: Питер, 2000.- 384 с. <i>Раздел 1.1</i>
Подготовка к лекции	Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с изложением следующих вопросов: Представление задач в пространстве состояний. Поиск в пространстве состояний. Дедуктивный вывод. Введение в экспертные системы (ЭС).	4	Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде Matlab и FuzzyTECH.- СПб.: БХВ-Петербург, 2005.- 736 с.: ил. <i>Глава 1.</i> Например: в yandex.ru <a href="https://avidreaders.ru/read-book/nechetkoe-modelirovanie-v-srede-matlab-i.html">https://avidreaders.ru/read-book/nechetkoe-modelirovanie-v-srede-matlab-i.html</a>
Итого по разделу 1		<i>7 часов</i>	
<b>Раздел 2. «Разработка экспертных систем»</b>			
Подготовка к лекции	Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с изложением следующих вопросов: Классификация систем, основанных на знаниях. Применимость, возможность, оправданность и разумность ЭС. Построение ЭС. Уровни разработки ЭС. Выбор инструментального средства построения ЭС. Приобретение знаний от экспертов. Беседы с экспертом. Взаимодействие пользователя с системой принятия решений.	1	Пегат, А. Нечёткое моделирование и управление: пер. с англ./ А. Пегат. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 798 с. <i>Глава 2.</i> Штовба С.Д. Проектирование нечётких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с. <i>Глава 1</i>
Подготовка к практическим занятиям	Разработка базы знаний для решения неформализованной задачи с помощью продукционной системы, использующей коэффициент доверия при работе с неопределенностью	4	Маслов А.А. Системы искусственного интеллекта: методические указания к лабораторным работам. БГТУ.-СПб., 2015.-50 с.
Подготовка к практическим занятиям	Разработка базы знаний для решения неформализованной задачи с помощью вероятностной реализации экспертной системы. (Байесовский подход.)	4	Маслов А.А. Системы искусственного интеллекта: методические указания к лабораторным работам. БГТУ.-СПб., 2015.-50 с.
Подготовка к практическим занятиям	Разработка базы знаний для продукционной системы, использующей интервальный вероятностный подход к работе	1	Маслов А.А. Системы искусственного интеллекта:

практическим занятиям	с неопределенностью.		методические указания к лабораторным работам. БГТУ.-СПб., 2015.-50 с.
Итого по разделу 2		10 часов	
<b>Раздел 3. «Основы теории нечётких множеств и нечёткой логики»</b>			
Подготовка к лекции	Подготовка к восприятию лекционного материала, связанного с изложением следующих вопросов: Нечёткие отношения и способы их задания. Основные характеристики нечётких отношений. Операции над нечёткими отношениями. Композиция бинарных нечётких отношений. Нечёткое отображение. Нечёткая и лингвистическая переменные. Определения. Примеры. Нечёткие величины, числа и интервалы. Операции над нечёткими числами и интервалами. Нечёткие числа и интервалы в форме (L-R)-функций. Операции над ними. Треугольные нечёткие числа и трапециевидные интервалы. Композиция нечёткого множества и нечёткого отношения.	4	Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде Matlab и FuzzyTECH.- СПб.: БХВ-Петербург, 2005.- 736 с.: ил. <i>Глава 2.</i> <a href="https://avidreaders.ru/read-book/nechetkoe-modelirovanie-v-srede-matlab-i.html">https://avidreaders.ru/read-book/nechetkoe-modelirovanie-v-srede-matlab-i.html</a>
Подготовка к лекции	Нечёткие отношения и способы их задания. Основные характеристики нечётких отношений. Операции над нечёткими отношениями. Композиция бинарных нечётких отношений. Нечёткое отображение. Нечёткая и лингвистическая переменные. Определения. Примеры. Нечёткие величины, числа и интервалы. Операции над нечёткими числами и интервалами. Нечёткие числа и интервалы в форме (L-R)-функций. Операции над ними. Треугольные нечёткие числа и трапециевидные интервалы. Композиция нечёткого множества и нечёткого отношения.	4	Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде Matlab и FuzzyTECH.- СПб.: БХВ-Петербург, 2005.- 736 с.: ил. <i>Глава 5.</i> <a href="https://avidreaders.ru/read-book/nechetkoe-modelirovanie-v-srede-matlab-i.html">https://avidreaders.ru/read-book/nechetkoe-modelirovanie-v-srede-matlab-i.html</a>
Подготовка к лекции	Основы нечёткой логики. Понятие нечёткого высказывания. Основные логические операции с нечёткими высказываниями. Логическое отрицание, конъюнкция, дизъюнкция нечётких высказываний. Нечёткая импликация. Принятие решений в нечёткой среде.	2	Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде Matlab и FuzzyTECH.- СПб.: БХВ-Петербург, 2005.- 736 с.: ил. <i>Глава 6.</i> <a href="https://avidreaders.ru/read-book/nechetkoe-modelirovanie-v-srede-matlab-i.html">https://avidreaders.ru/read-book/nechetkoe-modelirovanie-v-srede-matlab-i.html</a>
Итого по разделу 3		10 часов	
<b>Раздел 4. «Системы нечёткого вывода»</b>			
Подготовка к лекции	Базовая архитектура систем нечёткого вывода. Нечёткие лингвистические высказывания. Основные этапы нечёткого вывода. Формирование базы правил. Фаззификация. Агрегирование. Активизация. Аккумуляция. Дефаззификация. Метод центра тяжести. Метод центра площади. Метод левого/правого модального значения. Проектирование базы нечётких правил на основе численных данных.	4	Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде Matlab и FuzzyTECH.- СПб.: БХВ-Петербург, 2005.- 736 с.: ил. <i>Разделы 7.1, 7.2</i> <a href="https://avidreaders.ru/read-book/nechetkoe-modelirovanie-v-srede-matlab-i.html">https://avidreaders.ru/read-book/nechetkoe-modelirovanie-v-srede-matlab-i.html</a>
Подготовка к практическим занятиям	Основные алгоритмы нечёткого вывода. Алгоритм Мамдани. Алгоритм Сугено. Примеры использования систем нечёткого вывода. Пример разработки системы нечёткого вывода в	4	Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде Matlab и FuzzyTECH.- СПб.: БХВ-Петербург, 2005.- 736 с.: ил. <i>Разделы 7.3, 7.4</i>

	интерактивном режиме. Пример разработки системы нечёткого вывода в режиме командной строки.		<a href="https://avidreaders.ru/read-book/nechetkoe-modelirovanie-v-srede-matlab-i.html">https://avidreaders.ru/read-book/nechetkoe-modelirovanie-v-srede-matlab-i.html</a>
Подготовка к практическим занятиям	к Нечёткая кластеризация. Постановка задачи нечёткого кластерного анализа. Алгоритм решения задачи нечёткой кластеризации методом нечётких с-средних. Пример решения задачи в командном режиме и с использованием графического интерфейса. Решение задачи определения числа кластеров для нечёткой кластеризации.	4	Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде Matlab и FuzzyTECH.- СПб.: БХВ-Петербург, 2005.- 736 с.: ил. <b>Глава 13.</b> <a href="https://avidreaders.ru/read-book/nechetkoe-modelirovanie-v-srede-matlab-i.html">https://avidreaders.ru/read-book/nechetkoe-modelirovanie-v-srede-matlab-i.html</a>
Подготовка к практическим занятиям	Основы нечётких нейронных сетей. Общая характеристика ANFIS – адаптивных систем нейро-нечёткого вывода. Понятие нейронной сети и основные её характеристики. Гибридная сеть как адаптивная система нейро-нечёткого вывода.	4	Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде Matlab и FuzzyTECH.- СПб.: БХВ-Петербург, 2005.- 736 с.: ил. <b>Глава 15.</b> <a href="https://avidreaders.ru/read-book/nechetkoe-modelirovanie-v-srede-matlab-i.html">https://avidreaders.ru/read-book/nechetkoe-modelirovanie-v-srede-matlab-i.html</a>
Подготовка к практическим занятиям	к Примеры разработки систем нечёткого вывода. Разработка систем нечёткого вывода Мамдани, Сугено и системы нейро-нечёткого вывода (ANFIS), на основе численных данных.	4	Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде Matlab и FuzzyTECH.- СПб.: БХВ-Петербург, 2005.- 736 с.: ил. <b>Глава 17.</b> <a href="https://avidreaders.ru/read-book/nechetkoe-modelirovanie-v-srede-matlab-i.html">https://avidreaders.ru/read-book/nechetkoe-modelirovanie-v-srede-matlab-i.html</a>
Итого по разделу 4		20 часов	
<b>Раздел 5. «Генетические алгоритмы»</b>			
Подготовка к лекции	Основные понятия генетических алгоритмов. Классический генетический алгоритм. Иллюстрация выполнения классического генетического алгоритма. Кодирование параметров задачи в генетическом алгоритме. Основная теорема о генетических алгоритмах. Модификации классического генетического алгоритма. Методы селекции. Особые процедуры репродукции. Генетические операторы. Методы кодирования. Масштабирование функции приспособленности. Генетические алгоритмы для многокритериальной оптимизации.	8	1. Маслов А.А. Генетический алгоритм в Matlab: учебное пособие. БГТУ.-СПб., 2014.-122 с. <b>Главы 1-10</b>  2. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы: Пер. с польск. И.Д. Рудинского. - М.: Горячая линия – Телеком, 2006.- 452 с.: ил. <b>Глава 4.</b> <a href="https://lib-bkm.ru/13784">https://lib-bkm.ru/13784</a> <a href="https://yadi.sk/d/77pH8hv13UDost">https://yadi.sk/d/77pH8hv13UDost</a>
Подготовка к практическим занятиям	Решение задач с помощью генетического алгоритма в режиме графического интерфейса и с использованием командной строки	2	1. Маслов А.А. Генетический алгоритм в Matlab: учебное пособие. БГТУ.-СПб., 2014.-122 с. <b>Главы 1-10</b> 2. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы: Пер. с польск. И.Д. Рудинского. - М.: Горячая линия – Телеком, 2006.- 452 с.: ил. <b>Глава 4.</b> <a href="https://lib-bkm.ru/13784">https://lib-bkm.ru/13784</a> <a href="https://yadi.sk/d/77pH8hv13UDost">https://yadi.sk/d/77pH8hv13UDost</a>
Итого по разделу 5		10 часов	
Итого:		57 часов	



**Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторном занятии.</p>
Практические занятия	<p>Практические занятия предназначены для закрепления теоретического материала, излагаемого на лекциях. Поэтому следует, во время подготовки к практическим занятиям, изучить соответствующие разделы своего конспекта и рекомендуемую литературу.</p>
Подготовка к зачёту	<p>При подготовке необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу.</p>

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя

- список вопросов, обсуждаемых на практических занятиях по дисциплине по результатам выполнения заданий, по ответам на которые оцениваются знания по темам, приведены в УМК по дисциплине.

### Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	РАЗДЕЛ ДИСЦИПЛИНЫ, СОДЕРЖАНИЕ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ОК-19	ОПК-2	ПК-1	
4	8	Раздел 1. Введение.	9	2	2	0	0	7	10%	10%	10%	Вопросы для собеседования, вопросы для зачета
		Раздел 2. Разработка экспертных систем.	24	14	8	6	0	10	15%	15%	15%	Вопросы для собеседования, вопросы для зачета
		Раздел 3. Основы теории нечётких множеств и нечёткой логики.	20	10	10	0	0	10	15%	15%	15%	Вопросы для собеседования, вопросы для зачета
		Раздел 4. Системы нечёткого вывода.	36	16	8	8	0	20	45%	45%	45%	Вопросы для собеседования, вопросы для зачета
		Раздел 5. Генетические алгоритмы.	19	9	6	3	0	10	15%	15%	15%	Вопросы для собеседования, вопросы для зачета
<b>ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>			<b>108</b>	<b>51</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>57</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	

### Критерии оценивания

**Текущий контроль** студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ями), ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- оценивание освоения темы практических занятий в форме собеседования;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски.

**Рубежный контроль** студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- - в семестре: выполнение и защита заданий двух практических занятий;

При осуществлении текущего и рубежного контроля можно использовать следующие вопросы:

## Раздел 2

1. Что такое - правило?
2. Что такое - продукционная система?
3. Эвристика?
4. База знаний?
5. Что значит - выполнить правило?
6. Прямая цепочка рассуждений?
7. Обратная цепочка рассуждений?
8. Как получить характеристики констатирующей части правила?
9. Неформализованная задача?
10. Коэффициент доверия?
11. Степень принадлежности?
12. Возможности Байесовского подхода.
13. Косвенная цепочка рассуждений.
14. Цена свидетельства.
15. Физический смысл цены.
16. Технология Байесовского алгоритма.
17. Критерии принятия решения в Байесовском алгоритме.
18. Как смоделирована возможность дать нечёткий ответ?
19. Что такое  $P_{Hmax}$  и  $P_{Hmin}$ ?
20. Что такое верхний и нижний пороги?
21. Что такое  $t(A)$  и  $f(A)$  в интервальном подходе при работе с неопределённостью?
22. Как количественно оценить понятия: «неопределённость» и «недоверие»?
23. Что такое полная неопределённость и полное недоверие?
24. Сила правила.
25. Как получить характеристики констатирующей части правила в интервальном подходе?
26. Зависимые и независимые высказывания.
27. Противоречие.
28. Причины появления противоречия.

## Раздел 3

1. Функция принадлежности?
2. Нечёткое множество?
3. Нечёткое высказывание?
4. Нечёткая переменная?
5. Операции с нечёткими множествами.
6. Операции с нечёткими высказываниями.
7. Лингвистическая переменная.
8. Как поступить, если одно высказывание получено разными путями?
9. Нечёткая величина.
10. Нечёткие числа и интервалы.
11. Что такое левый и правый коэффициенты нечёткости?
12. Что означает аббревиатура ТНЧ и ТНИ?
13. Что такое L-R функция?
14. Типы функций принадлежности.
15. Области применимости различных типов?

## Раздел 4

1. Системы нечёткого вывода.
2. Фаззификация.
3. Агрегирование.
4. Активизация.
5. Аккумуляирование.
6. Дефаззификация.
7. Пояснить структуру созданной базы знаний.
8. Пояснить перечень входных и выходных переменных в системе нечёткого вывода.
9. Пояснить состав терм-множеств.
10. Пояснить характеристики, тип и количество использованных функций принадлежности.
11. Как оценивалась адекватность работы системы нечёткого вывода?
12. Сравнить результаты работы систем нечёткого вывода Мамдани и Сугено при решении одной задачи.
13. Что такое - система нейро-нечёткого вывода?
14. Какие проблемы помогает решить этот подход?
15. Этапы разработки системы нейро-нечёткого вывода.
16. Для чего в системах нейро-нечёткого вывода используются алгоритмы обучения нейронных сетей?
17. Нечёткая кластеризация?
18. Отличие от обычной кластеризации.

19. Понятие об алгоритме субтрактивной кластеризации.
20. С помощью каких параметров можно повлиять на число предполагаемых кластеров?

#### Раздел 5

1. Классический генетический алгоритм.
2. Хромосома.
3. Популяция.
4. Генотип.
5. Фенотип.
6. Локус.
7. Аллель.
8. Функция приспособленности.
9. Генетические операторы.
10. Скрещивание и мутация.
11. Виды скрещивания.
12. Кодирование.
13. Колесо рулетки.
14. Основная теорема.
15. Схема.
16. Порядок и охват схемы.
17. Строительные блоки.

#### Промежуточный контроль

по результатам семестра по дисциплине проходит в форме зачета, который проставляется по результатам текущей аттестации, либо может включать ответы на теоретические вопросы.

#### Критерии оценивания:

Зачет предполагает ответ на два вопроса при условии защиты заданий всех практических работ;  
- положительная оценка о сдаче зачета принимается преподавателем с учетом полноты и четкости ответов на поставленные вопросы, при грамотном представлении материала и с учетом работы студента в семестре.

Зачёт может быть выставлен при ответе только на один вопрос, на усмотрение преподавателя, с учетом работы студента в семестре.

#### Перечень вопросов, выносимых на зачёт.

1. Нечеткая переменная. Пример. Лингвистическая переменная. Пример.
2. Нечеткое множество. Носитель нечеткого множества.
3. Интервальный подход к работе с неопределенностью. Сила правил. Противоречие.
4. Основные типы функций принадлежности. Назначение.
5. Вероятностный подход к реализации экспертной системы. Постановка задачи.
6. Основные характеристики нечетких множеств.
7. Байесовский подход. Реализация неопределенности, заключенной в реакции человека.
8. Операции пересечения, объединения и разности нечетких множеств.
9. Байесовский подход. Цена свидетельства. Определение, расчет.
10. Обратная цепочка рассуждений.
11. Композиция нечёткого множества и нечёткого отношения.
12. Обход бинарного дерева.
13. Нечеткие отношения. Способы задания нечетких отношений. Пример.
14. Байесовский подход.
15. Композиция бинарных нечетких отношений. Пример.
16. Нечеткие отображения. Нечеткая функция.
17. Нечеткие высказывания, нечеткие правила, нечеткий вывод. Определения. Примеры.
18. Основные этапы нечеткого вывода.
19. Типы функций принадлежности. Назначение.
20. Операции над нечёткими множествами.
21. Двухсвязный циклический список. Операция исключения элемента по его адресу.
22. Нечёткие величины, числа и интервалы. (L-R)-функция. ТНЧ и ТНИ. Понятие об арифметических операциях.
23. Представление деревьев в виде бинарных.
24. Процедура дефазификации. Назначение. Технология.
25. Нечёткие высказывания. Основные логические операции с ними.
26. Байесовский подход. Цена свидетельства. Определение, расчёт.

27. Системы нечёткого вывода. Нечёткие высказывания. Типы высказываний. Примеры. Преобразования высказываний разных типов.
28. Фаззификация. Пример.
29. Термы лингвистической переменной. Пример.
30. Агрегирование. Пример.
31. Алгоритм нечёткого вывода Мамдани. Этапы. Технология.
32. Прохождение леса. Пример.
33. Способы дефаззификации.
34. Стеки, очереди и деки. Пример операции включения в стек.
35. Связь между нечётким отношением и нечётким правилом. Пример.
36. Алгоритм нечеткого вывода Сугено.
37. Сравнить результаты работы систем нечёткого вывода Мамдани и Сугено при решении одной задачи.
38. Что такое - система нейро-нечёткого вывода?
39. Какие проблемы помогает решить нейро-нечеткий подход?
40. Этапы разработки системы нейро-нечёткого вывода.
41. Для чего в системах нейро-нечёткого вывода используются алгоритмы обучения нейронных сетей?
42. Нечёткая кластеризация?
43. Отличие нечеткой кластеризации от обычной.
44. Какие факторы учитывает целевая функция при кластеризации методом нечетких средних?
45. Понятие об алгоритме субтрактивной кластеризации.
46. С помощью каких параметров можно повлиять на число предполагаемых кластеров?
47. Классический генетический алгоритм.
48. Хромосома.
49. Популяция.
50. Генотип.
51. Фенотип.
52. Локус.
53. Аллель.
54. Функция приспособленности.
55. Генетические операторы.
56. Скрещивание и мутация.
57. Виды скрещивания.
58. Кодирование.
59. Колесо рулетки.
60. Основная теорема.
61. Схема.
62. Порядок и охват схемы.
63. Строительные блоки.

## СПРАВКА

**о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова учебной литературы**  
(справка является неотъемлемой частью УМК дисциплины)

1. Наименование дисциплины: **«Системы искусственного интеллекта»**

2. Кафедра: А1, «Ракетостроение»

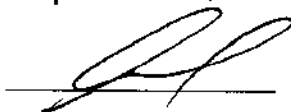
3. Перечень основной учебной литературы:

1. Системы искусственного интеллекта [Текст] : методические указания к лабораторным работам [для вузов] / БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова ; сост. А. А. Маслов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - СПб. : [б. и.], 2015. - 50 с. : обр., схемы. - Библиогр. в подстроч. прим. 46 экз.
2. Системы искусственного интеллекта [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам [для вузов] / БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова ; сост. А. А. Маслов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2015. - 1 эл. жестк. диск : обр., схемы. - Электрон. версия печ. публикации \\lib\_server\elres\elr02237.pdf.
3. Пегат, Анджей. Нечёткое моделирование и управление [Текст] : пер. с англ. / А. Пегат. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 798 с. : граф., схемы, табл. - (Адаптивные и интеллектуальные системы). - Библиогр.: с. 6-8, 767-785. - Дополнит. титульн. лист на англ. яз. - Предмет. указ.: с. 786-794.- 19 экз.
4. Штовба, Сергей Дмитриевич. Проектирование нечётких систем средствами MATLAB [Текст] / С. Д. Штовба. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 284 с. : граф., обр., схемы, табл. - Об авторе: послед. с. облож. - Библиогр.: с. 277-279. - Приложение: с. 280-281. - 24экз.
5. Маслов, Александр Анатольевич. Генетический алгоритм в MATLAB [Текст] : учебное пособие [для вузов] / А. А. Маслов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2014. - 122 с. : граф., обр., схемы, табл. - 27 экз.
6. Маслов, Александр Анатольевич. Генетический алгоритм в Matlab [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / А. А. Маслов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - АВТ. РЕД. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2014. - 1 эл. жестк. диск : граф., обр., схемы, табл.

4. Перечень дополнительной литературы:

1. Сосинская, Софья Семёновна. Представление знаний в информационной системе. Методы искусственного интеллекта и представления знаний [Текст] : учебное пособие для вузов / С. С. Сосинская. - Старый Оскол : ТНТ, 2011. - 215 с. : граф., схемы, табл., обр. - Библиогр.: с. 215. 5экз.
2. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст] : Учебное пособие для ВУЗов / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. - СПб. : Питер, 2001. - 382 с. : граф., рис., табл. - Загл. обл. : Учебник. - : Студентам вузов, изучающим вопросы искусственного интеллекта в рамках существующих дисциплин. - : Разработчикам интеллектуальных систем. - : Всем интересующимся вопросами инженерии знаний. - Библиогр.: с. 358-382. - Об авторах : с. 8. - 17 экз.
3. Яковлев, Сергей Алексеевич. Экспертные системы [Текст] : учебное пособие для вузов / С. А. Яковлев ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосмич. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2010. - 123 с. : схемы, табл. - Библиогр.: с. 120-121. 2экз.
4. Ярушкина, Надежда Глебовна. Основы теории нечётких и гибридных систем [Текст] : учебное пособие для вузов / Н. Г. Ярушкина. - М. : Финансы и статистика, 2009. - 320 с. : граф., обр., схемы, табл. - Библиогр.: с. 307-312. - Контрол. вопросы: в конце глав. - Приложение: с. 229-306. - Список сокращ.: с. 313-314. 2экз.
5. Рыбина, Галина Валентиновна. Основы построения интеллектуальных систем [Текст] : учебное пособие для вузов / Г. В. Рыбина. - М. : Финансы и статистика. - [Б. м.] : ИНФРА-М, 2010. - 430 с. : граф., схемы, табл., обр. - Об авторе: послед. с. облож. - Библиогр.: с. 415-430. - Библиогр. в конце ч. - Список принят. сокращ.: с. 11-12. - Контр. вопросы: в конце ч. - Приложения: с. 376-414. 3 экз.

Директор библиотеки



/ Сесина Н.В./

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.