

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



« 28 » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**Основы искусственного интеллекта**

направление подготовки:

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Направленность программы (профиль):

Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и  
автоматизированных систем

Белгород 2019

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», утвержденного приказа Минобрнауки России от 19.09.2017 № 929
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2019 году.

Составитель : к.т.н., доцент  (Жихарев А.Г.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 18 » 05 2019 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (Поляков В.М.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем  
(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (Поляков В.М.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 18 » 05 2019 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 28 » 05 2019 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  (Семернин А.Н.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
	ПКВ-1. Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности.	ПКВ-1.1. Знать: методы концептуального, функционального и логического проектирования систем среднего и крупного масштаба и сложности	Знания
		ПКВ-1.2. Уметь: разрабатывать бизнес-требования к системе, определять цели создания системы, разрабатывать концепции системы	Умения
		ПКВ-1.3. Владеть: навыками разработки технического задания на систему	Навыки
	ПКВ-3. Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение	ПКВ-3.1. Знать: виды требований к программному обеспечению и способы их документирования, методы и технологии проектирования программного обеспечения	Знания
		ПКВ-3.2. Уметь: разрабатывать технические спецификации на программные компоненты и их взаимодействие	Умения
		ПКВ-3.3. Владеть: навыками проектирования программного обеспечения	Навыки

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПКВ-1. Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности.**

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Объектно-ориентированное программирование
2.	Системное моделирование
3.	Проектирование и управление вычислительными сетями
4.	Проектирование программно-аппаратных комплексов
5.	Спецификация, архитектура и проектирование программных систем
6.	Технологии разработки программных систем
7.	Основы искусственного интеллекта
8.	Мультиагентные системы
9.	Технологии Web-программирования
10.	Проектирование клиент-серверных приложений
11.	Архитектура и программирование распределённых вычислительных систем
12.	Программирование высокопроизводительных систем
13.	Разработка приложений для OS Android
14.	Разработка приложений для OS iOS
15.	Производственная преддипломная практика
16.	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

## **2. Компетенция ПКВ-3. Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение**

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Алгоритмы и структуры данных
2.	Объектно-ориентированное программирование
3.	Проектирование программно-аппаратных комплексов
4.	Надёжность вычислительных систем
5.	Теория надёжности
6.	Спецификация, архитектура и проектирование программных систем
7.	Технологии разработки программных систем
8.	Основы искусственного интеллекта
9.	Мультиагентные системы
10.	Технологии Web-программирования
11.	Проектирование клиент-серверных приложений
12.	Архитектура и программирование распределённых вычислительных систем
13.	Программирование высокопроизводительных систем
14.	Разработка приложений для OS Android
15.	Разработка приложений для OS iOS
16.	Проектное обучение
17.	Производственная преддипломная практика
18.	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зач. единиц, 288 часа.

Форма промежуточной аттестации экзамен, дифференцированный зачет

Вид учебной работы <sup>1</sup>	Всего часов	Семестр № 7	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	288	180	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	109	73	36
лекции	44	34	10
лабораторные	54	34	20
практические	-	-	-
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации <sup>2</sup>	6	5	1
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	143	71	72
Курсовой проект			
Курсовая работа	36		36
Расчетно-графическое задание	14	14	
Индивидуальное домашнее задание			
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	93	57	36
Экзамен		36	д.зачет

<sup>1</sup> в соответствии с ЛНА предусматривать

- не менее 0,5 академического часа самостоятельной работы на 1 час лекций,
- не менее 1 академического часа самостоятельной работы на 1 час лабораторных и практических занятий,
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 экзамен
- 54 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовой проект, включая подготовку проекта, индивидуальные консультации и защиту
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 18 академических часов самостоятельной работы на 1 расчетно-графическую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 9 академических часов самостоятельной работы на 1 индивидуальное домашнее задание, включая подготовку задания, индивидуальные консультации и защиту
- не менее 2 академических часов самостоятельной работы на консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации

<sup>2</sup> включают предэкзаменационные консультации (при наличии), а также текущие консультации из расчета 10% от лекционных часов (приводятся к целому числу)

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**4.1 Наименование тем, их содержание и объем**  
**Курс 4 Семестр 7**

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям <sup>3</sup>
<b>1. История искусственного интеллекта.</b>					
	Сильный и слабый искусственный интеллект. Результаты внедрения. История развития. Основоположники.	2			6
<b>2. Искусственный интеллект: современное состояние, направления исследований.</b>					
	Методы поиска, обработка естественного языка, представление знаний, машинное обучение, распознавание образов, интеллектуальный анализ данных, экспертные системы и системы поддержки принятия решений, многоагентные системы и роевой интеллект.	4			6
<b>3. Алгоритмы отжига (метод обратного восстановления).</b>					
	Структура алгоритмов. Классы задач. Критерий допуска. Снижение температуры. Оптимизация алгоритма. Влияние параметров алгоритма на его эффективность: начальная и конечная температуры, функции изменения температуры. Пример решения задачи с использованием алгоритма отжига.	4		6	6
<b>4. Введение в теорию адаптивного резонанса.</b>					
	Алгоритмы кластеризации. Алгоритм ART 1. Структура алгоритмов. Обучение в ART 1. Преимущества алгоритма ART 1 по сравнению с другими алгоритмами кластеризации. Использование ART 1 для решения задачи персонализации. Оптимизация Алгоритма. Области применения.	2		6	6
<b>5. Муравьиные алгоритмы.</b>					
	Структура алгоритмов. Граф. Муравей. Начальная популяция. Движение муравья. Испарение фермента. Пример задачи. Влияние параметров алгоритма на эффективность его работы. Области применения	4		6	6
<b>6. Генетические алгоритмы.</b>					
	Структура алгоритмов. Инициализация начального решения. Оценка решения. Отбор решений. Рекомбинирование. Генетические операторы. Пример решения задачи. Настройка параметров и процессов алгоритма. Недостатки генетических алгоритмов. Области применения.	4		6	6

<sup>3</sup> Указать объем часов самостоятельной работы для подготовки к лекционным, практическим, лабораторным занятиям

7. Искусственные нейронные сети.				
	Основные понятия. Свойства биологических нейронных сетей. Цели и проблемы обучения нейронных сетей. Классификация нейронных сетей. История развития нейрокомпьютерных вычислений. Области применения искусственных нейронных сетей.	2		6
8. Однослойная нейронная сеть.				
	Формальная модель нейрона. Активационные функции. Однослойные искусственные нейронные сети. Преодоление ограничения линейной делимости. Алгоритм обучения персептрона.	2	4	3
9. Многослойная нейронная сеть.				
	Принципы построения многослойных нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения ошибки. Нормализация входной и выходной информации. Пример расчета параметров сети в алгоритме обучения. Параметры, влияющие на обучение многослойной нейронной сети.	4	6	6
10. Введение в нечеткую логику.				
	Пример нечеткой логики. Функции принадлежности. Нечеткое управление. Аксиомы нечеткой логики. Функции ограничения. Пример использования нечеткой логики. Преимущества. Области применения.	4		4
11. Модель состояний.				
	Скрытые модели Маркова. Применение в распознавании речи. Применение в моделировании текста и музыки.	2		2
	ВСЕГО	34	34	57

### **Курс 4 Семестр 8**

12. Программное обеспечение, основанное на использовании агентов.				
	Агент: строение, свойства. Интеллектуальные агенты. Области применения.	2	34	6
13. Теоретические аспекты инженерии знаний. Архитектура интеллектуальных информационных систем.				
	Данные и знания. Свойства знаний. Классификация знаний. Базы знаний. Архитектура интеллектуальных систем.	2	34	6
14. Методы представления знаний и решения задач в интеллектуальных системах.				
	Модели и методы представления знаний. Классификация моделей представления знаний. Семантические сети. Фреймы – как способ представления знаний. Продукционные модели знаний. Гибридные модели знаний.	6	34	24
	ВСЕГО	10	20	36

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям <sup>4</sup>
семестр № 7				
1	Алгоритмы отжига (метод обратного восстановления).	Решение задач оптимизации с применением алгоритмов отжига. Исследование свойств алгоритма.	6	9
2	Введение в теорию адаптивного резонанса.	Решение задач кластеризации данных с применением алгоритма ART 1.	6	9
3	Муравьиные алгоритмы.	Решение задач поиска кратчайшего пути с применением муравьиных алгоритмов. Исследование свойств алгоритма.	6	10
4	Генетические алгоритмы.	Решение задач оптимизации с применением генетических алгоритмов. Исследование свойств алгоритма.	4	10
5	Искусственные нейронные сети.	Обучение искусственной нейронной сети с применением алгоритма обратного распространения ошибки. Распознавание образов.	8	10
		Инструментальные средства проектирования и реализации искусственных нейронных сетей.	4	9
ИТОГО:			34	57
семестр № 8				
1	Методы представления знаний и решения задач в интеллектуальных системах.	Разработка экспертной системы, основанной на правилах.	3	8
		Разработка экспертной системы с использованием семантических сетей.	3	6
		Разработка экспертной системы с использованием фреймовых сетей.	3	6
ИТОГО:			10	20
ВСЕГО:			68	68

## 4.4. Содержание курсового проекта/работы<sup>5</sup>

В рамках курсовой работы по дисциплине «Основы искусственного интеллекта» студент разрабатывает программное обеспечение, в основе которого лежит тот или иной метод искусственного интеллекта. Программное обеспечение должно позволять решать задачу из практики. Типовой план курсовой работы по

<sup>4</sup> Количество часов самостоятельной работы для подготовки к лабораторным занятиям

<sup>5</sup> Если выполнение курсового проекта/курсовой работы нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»



дисциплине:

1. Теоретическая часть.
  - 1.1. Описание предметной области (выявление проблемы).
  - 1.2. Формулировка цели и задач курсовой работы.
2. Выбор средств и методов решение поставленных задач.
  - 2.1. Выбор и обоснование методов решения поставленных задач.
  - 2.2. Выбор и обоснование средств решения поставленных задач.
3. Практическая часть.
  - 3.1. Проектирование программного обеспечения.
  - 3.2. Реализация программного обеспечения.
  - 3.3. Тестирование программного обеспечения.

Примерные тематики курсовых работ по дисциплине «Основы искусственного интеллекта»:

1. Решение задач оптимизации с использованием метода обратного восстановления
2. Методы и алгоритмы решения задачи коммивояжера
3. Методы и алгоритмы решения задачи N ферзей
4. Решение задач кластеризации с использованием алгоритма ART1
5. Решение задач с использованием алгоритма муравья
6. Генетические алгоритмы
7. Системы, основанные на правилах
8. Решение задач с использованием нечеткой логики
9. Программное обеспечение, основанное на использовании агентов
10. Сетевые модели представления знаний
11. Фреймовые модели представления знаний
12. Искусственные нейронные сети
13. Обучение многозадачных ветвящихся искусственных нейронных сетей
14. Обучение каскадных нейросетевых классификаторов
15. Обучение нейросетевой аппроксимации алгоритма Ниблэка
16. Исследование законов понижения температуры в алгоритме отжига
17. Поиск на графе с использованием генетического алгоритма
18. Применение систем искусственного интеллекта в прогнозировании
19. Системы искусственного интеллекта для распознавания образов

#### **4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий<sup>6</sup>**

В качестве РГЗ по дисциплине «Основы искусственного интеллекта» студенту предлагается решение ряда заданий с использованием рассмотренных алгоритмов искусственного интеллекта. В процессе решения заданий студент должен продемонстрировать знания формальной стороны рассмотренных алгоритмов.

### **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО**

---

<sup>6</sup> Если выполнение расчетно-графического задания/индивидуального домашнего задания нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

# КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5.1. Реализация компетенций

**1 Компетенция ПКВ-1. Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности.**

*(код и формулировка компетенции)*

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПКВ-1.1. Знать: методы концептуального, функционального и логического проектирования систем среднего и крупного масштаба и сложности	защита лабораторной работы, расчетно-графическое задание
ПКВ-1.2. Уметь: разрабатывать бизнес-требования к системе, определять цели создания системы, разрабатывать концепции системы	защита лабораторной работы, курсовая работа
ПКВ-1.3. Владеть: навыками разработки технического задания на систему	защита лабораторной работы, экзамен

**2 Компетенция ПКВ-3. Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение**

*(код и формулировка компетенции)*

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПКВ-3.1. Знать: виды требований к программному обеспечению и способы их документирования, методы и технологии проектирования программного обеспечения	защита лабораторной работы
ПКВ-3.2. Уметь: разрабатывать технические спецификации на программные компоненты и их взаимодействие	защита лабораторной работы, курсовая работа
ПКВ-3.3. Владеть: навыками проектирования программного обеспечения	защита лабораторной работы, экзамен, курсовая работа

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	История искусственного интеллекта.	Сильный и слабый искусственный интеллект. Результаты внедрения искусственного интеллекта. История развития искусственного интеллекта,

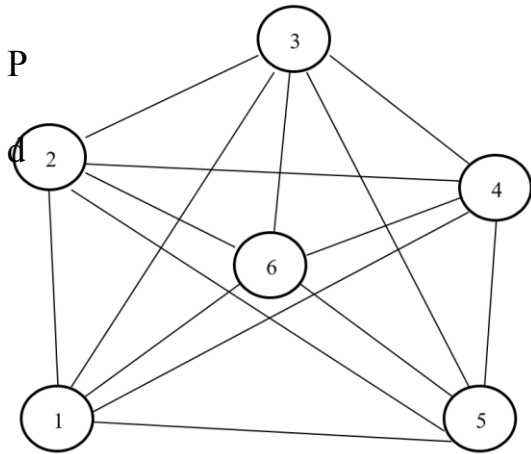
		основоположники.
2.	Искусственный интеллект: современное состояние, направления исследований.	Методы поиска. Обработка естественного языка. Представление знаний. Машинное обучение. Распознавание образов. Интеллектуальный анализ данных. Экспертные системы и системы поддержки принятия решений. Многоагентные системы и роевой интеллект.
3.	Алгоритмы отжига (метод обратного восстановления).	Алгоритм обратного восстановления (алгоритм отжига). Методы оптимизации алгоритма обратного восстановления. Параметры алгоритма обратного восстановления: влияние на работу алгоритма. Решения задач оптимизации с применением метода отжига. Области применения алгоритма отжига.
4.	Введение в теорию адаптивного резонанса.	Теория адаптивного резонанса: алгоритмы кластеризации. Алгоритм ART1. Использование алгоритма ART1 для решения задач персонализации. Оптимизация алгоритма ART1.
5.	Муравьиные алгоритмы.	Муравьиные алгоритмы. Влияние параметров алгоритма муравья на сходимость. Решение задачи коммивояжера с применением муравьиного алгоритма.
6.	Генетические алгоритмы.	Генетические алгоритмы. Генетические операторы. Настройка параметров генетического алгоритма. Недостатки генетического алгоритма. Решение задач оптимизации с помощью генетических алгоритмов. Решение задачи поиска экстремума заданной математической функции с помощью генетического алгоритма. Решение задачи N ферзей с помощью генетического алгоритма. Решение задачи размещения графа по линейке и использованием генетического алгоритма.
7.	Искусственные нейронные сети.	Основные понятия искусственных нейронных сетей. Свойства биологических нейронных сетей. Цели и проблемы обучения нейронных сетей. Классификация нейронных сетей. История развития нейрокомпьютерных вычислений. Области применения искусственных нейронных сетей.
8.	Однослойная нейронная сеть.	Формальная модель нейрона. Активационные функции. Однослойные искусственные нейронные сети. Преодоление ограничения линейной разделимости. Алгоритм обучения персептрона.
9.	Многослойная нейронная сеть.	Принципы построения многослойных нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения ошибки. Нормализация входной и выходной информации в ИНС. Параметры, влияющие на обучение многослойной нейронной сети.
10	Введение в нечеткую	Функции принадлежности.

	логику.	Нечеткое управление. Аксиомы нечеткой логики. Функции ограничения. Пример использования нечеткой логики. Области применения нечеткой логики.
11	Модель состояний.	Скрытые модели Маркова. Применение СММ в распознавании речи. Применение СММ в моделировании текста и музыки.
12	Программное обеспечение, основанное на использовании агентов.	Агент: строение, свойства. Интеллектуальные агенты. Области применения интеллектуальных агентов.
13	Теоретические аспекты инженерии знаний. Архитектура интеллектуальных информационных систем.	Данные и знания. Свойства знаний. Классификация знаний. Базы знаний. Архитектура интеллектуальных систем.
14	Методы представления знаний и решения задач в интеллектуальных системах.	Модели и методы представления знаний. Классификация моделей представления знаний. Продукционная модель знаний. Архитектура систем, основанных на правилах. Механизмы вывода в системах, основанных на правилах. Семантические сети. Основные понятия. Основные виды отношений. Особенности теоретико-множественных отношений. Пример. Представление знаний с помощью фреймовых сетей. Представление событий в нотации семантических сетей. Достоинства и недостатки семантических сетей. Семантические сети. Организация логического вывода. Пример. Достоинства и недостатки. Фреймы. Основные понятия. Фреймы. Организация логического вывода. Гибридные модели знаний.

В качестве практической части экзамена, студенту предлагается выполнить задание из списка расчетно-графических заданий, примерный перечень которых представлен ниже:

1. Найти длину гамильтонова цикла  $S$  в полном графе  $K_6$  после четырех циклов решения задачи методом отжига. Даны расстояния  $L_{ij}$  между вершинами. Даны также: начальная последовательность вершин  $V_0$ , последовательность замен вершин (модификация решения)  $Z$  и выпавшие при этом вероятности перехода  $P_k$ ,  $k=1, \dots, 4$ . Снижение температуры происходит по закону:  $T_{k+1}=0.5 \cdot T_k$ , начальное значение температуры  $T_1=100$ .

Ребро	$L_{ij}$	Ребро	$L_{ij}$
1-2	21	2-6	54
1-3	16	3-4	23
1-4	54	3-5	25
1-5	34	3-6	21
1-6	73	4-5	26

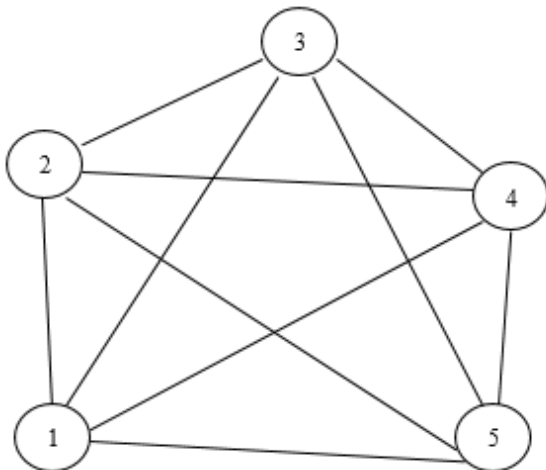


2-3	22	4-6	43
2-4	45	5-6	23
2-5	24		

$V=[1,4,2,6,5,3]$ ;  $Z=[V_3 \leftrightarrow V_4], [V_4 \leftrightarrow V_6], [V_5 \leftrightarrow V_2], [V_6 \leftrightarrow V_2]$

$P=49, 54, 43, 54$

2. Найти длину пути муравья в задаче коммивояжера. Начальная вершина муравья - 1. Дана последовательность P случайных чисел, выпавших в при выборе очередной вершины, расстояния  $L_{k,j}$  между вершинами k, j и интенсивность феромона  $\tau_{k,j}$  на ребре [k, j]. Секторы вероятности перехода сортировать по возрастанию номеров вершин. Коэффициенты  $\alpha=1, \beta=1$ .



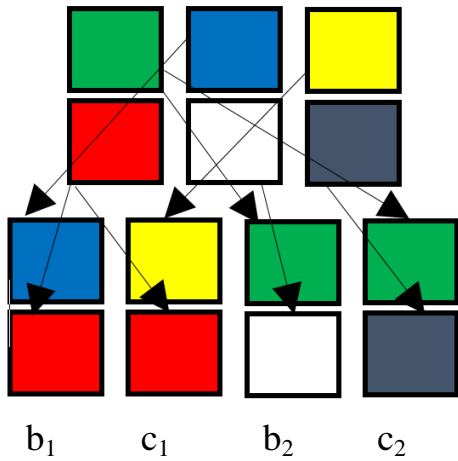
Ребро	$L_{k,j}$	$\tau_{k,j}$
1-2	24	1
1-3	73	1
1-4	10	2
1-5	24	3
2-3	23	2
2-4	67	1
2-5	12	2
3-4	17	2
3-5	52	2
4-5	34	2

$P= 60, 53, 69$ .

3. Дана начальная популяция из четырех хромосом с двумя генами x и y. Показатель качества хромосомы оценивается функцией Z. При равном качестве хромосом предпочтение отдается хромосоме с большим номером. На каждом этапе хромосома a с высшим качеством порождает четыре новых хромосомы b1, c1, b2, c2, обмениваясь генами с двумя хромосомами b и c более низкого качества по указанной схеме. Последняя хромосома (с низшим качеством) выбывает из популяции. Найти максимальный показатель качества хромосомы в популяции и общее качество популяции после четырех этапов эволюции.

a      b      c

x	-2	-1	0	1
---	----	----	---	---



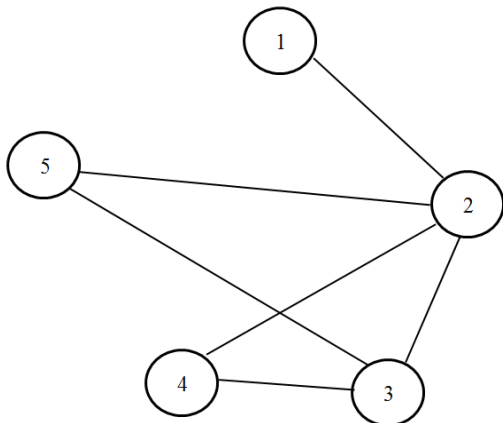
y	-2	-1	0	1
---	----	----	---	---

$$Z = \frac{x - 3y + 1}{3x^2 + 3y^2 + 1}$$

4. Найти наилучшее размещение графа на линейке после трех циклов генетического алгоритма. Качество размещения оценивается суммой:

$$L = \sum_i^5 \sum_j^5 d_{ij} a_{ij}$$

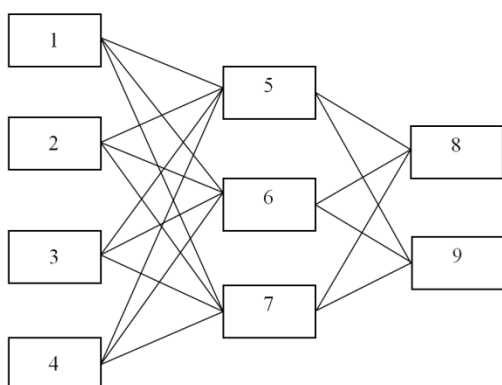
, где  $d_{ij}$  — расстояние (в ребрах) по линейке между вершинами  $v_i$  и  $v_j$ ,  $a_{ij}$  — соответствующий элемент матрицы смежности (0 или 1). На каждом этапе  $k = 1, 2, 3$  эволюции на хромосому  $h_i = [v_1, v_2, \dots, v_5]$  с лучшим качеством действует оператор мутации  $R_k$  инверсионного типа, генерирующий хромосому  $h_i = [v_1, v_2, \dots, v_k, v_5, \dots, v_{k+1}]$ . Хромосома с худшим качеством удаляется из популяции. Найти  $\min L$ . При равных качествах хромосом предпочтение отдается хромосоме с меньшим номером.



1-ая популяция:

1	2	3	4	5
2	1	3	4	5
5	2	3	4	1

5. Дана многослойная нейронная сеть, матрицы весовых коэффициентов связей (матрица  $A_1$  — веса между входными и скрытыми нейронами,  $A_2$  — веса между скрытыми и выходными нейронами), обучающая выборка  $M$ . Используя алгоритм обратного распространения ошибки, обновить весовые



коэффициенты связей нейронов [5-8], [1-5].  $M = \{[X(1,1,0,1); Y_{тр}(1,1)]\}$ . Коэффициент обучения  $lr=0.1$ . Функция активации — сигмоид.

Матрица  $A_1$

Нейрон	1	2	3	4
--------	---	---	---	---

5	0,13	0,21	0,31	-0,91
6	0,15	0,12	0,43	-0,86
7	-0,92	0,2	0,41	0,17

Матрица  $A_2$

Нейрон	5	6	7
8	0,12	0,21	0,3
9	0,21	0,17	0,2

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

*Текущий контроль* осуществляется в течение семестра в форме защиты лабораторных работ.

В методических указаниях к выполнению лабораторных работ по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, представлены индивидуальные варианты заданий и перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторной работы проводится в форме устного опроса студента и направлена на проверку степени усвоения материала и понимания теоретических сведений, используемых в процессе выполнения работы; для защиты необходимо представить в печатной форме отчет по лабораторной работе, выполненный самостоятельно и в соответствии со всеми требованиями, приведёнными в методических указаниях к выполнению лабораторных работ. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ приведен в таблице:

Тематика лабораторной работы	Контрольные вопросы
Лабораторная работа №1. Решение задач оптимизации с применением алгоритмов отжига. Исследование свойств алгоритма.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Почему алгоритм отжига представляет собой процесс генерации случайных чисел?</li> <li>2. Какие причины обуславливают необходимость принимать в алгоритме отжига конечную температуру, отличную от нуля?</li> <li>3. Опишите функцию вероятности допуска и ее роль в алгоритме отжига?</li> <li>4. Укажите различия между понятиями начальное решение, текущее решение и рабочее решение, а также способы их представления в задаче о размещении N-ферзей.</li> <li>5. В чем смысл понятия энергии, и ее значений в алгоритме отжига?</li> <li>6. Приведите комментарий к основным частям программы решения задачи о размещении N-ферзей.</li> <li>7. Охарактеризуйте основные этапы алгоритма отжига на примере решения классической задачи размещения N-ферзей на шахматной доске таким образом, чтобы ни один ферзь не угрожал другому.</li> <li>8. Какими способами в зависимости от сложности решаемой проблемы производится оптимизация алгоритма отжига?</li> <li>9. Укажите классы задач, в которых использование алгоритма отжига может быть эффективным?</li> </ol>

<p>Лабораторная работа №2. Решение задач кластеризации данных с применением алгоритма ART 1.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Благодаря каким свойствам алгоритм ART1 является алгоритмом с обучением, основанным на биологической мотивации? В чем ее сущность?</li> <li>2. Приведите блок-схему алгоритма ART1 и дайте ее описание.</li> <li>3. В чем смысл оптимизации алгоритма ART1? Какими способами она проводится?</li> </ol>
<p>Лабораторная работа №3. Решение задач поиска кратчайшего пути с применением муравьиных алгоритмов. Исследование свойств алгоритма.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определение понятию: <ul style="list-style-type: none"> <li>- муравей</li> <li>- элитный муравей</li> <li>- феромон</li> <li>- путь муравья.</li> </ul> </li> <li>2. Охарактеризуйте параметры альфа и бета муравьиного алгоритма. Как они влияют на работу алгоритма.</li> <li>3. Как муравей принимает решение о направлении передвижения?</li> <li>4. Как в алгоритме реализуется обновление феромонов?</li> <li>5. Процесс испарения феромонов: характеристика.</li> </ol>
<p>Лабораторная работа №4. Решение задач оптимизации с применением генетических алгоритмов. Исследование свойств алгоритма.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поясните смысл понятия "генетические алгоритмы".</li> <li>2. В чем заключается эволюционный поиск?</li> <li>3. Приведите основные цели и задачи генетических алгоритмов.</li> <li>4. Выделите основные отличительные особенности ГА.</li> <li>5. Приведите основные понятия и определения генетических алгоритмов.</li> <li>6. Что такое целевая функция в генетических алгоритмах?</li> <li>7. Перечислите предварительные этапы работы генетических алгоритмов.</li> <li>8. Каким образом в генетических алгоритмах осуществляется выбор способа представления решения?</li> <li>9. Как производится разработка операторов случайных изменений в ГА?</li> <li>10. Какие способы «выживания» решений в ГА вы знаете?</li> <li>11. Поясните, как создается начальная популяция альтернативных решений?</li> <li>12. Приведите различные модели размножения, используемые в генетических алгоритмах.</li> <li>13. Дайте определение понятия принципа и приведите примеры принципов построения генетических алгоритмов.</li> <li>14. Каким образом определяется эффективность генетического алгоритма?</li> <li>15. Приведите четыре основных принципа формирования начальной популяции.</li> <li>16. Дайте определение оператора в алгоритме и генетического оператора.</li> <li>17. Поясните оператор репродукции.</li> <li>18. Приведите основные виды операторов репродукции (селекции).</li> <li>19. Приведите основные стратегии реализации оператора репродукции.</li> <li>20. Определите понятие «предварительная сходимость алгоритма».</li> <li>21. В чем заключается реализация оператора вставки.</li> </ol>



	22. Поясните принципы работы оператора редукции. 23. В чем заключается оператор рекомбинации.
Лабораторная работа №5. Обучение искусственной нейронной сети с применением алгоритма обратного распространения ошибки. Распознавание образов.	1. Обучающее множество и проблемы при его формировании. 2. Классификация искусственных нейронных сетей. 3. Сравнение биологического и искусственного нейрона. 4. Цель обучения нейронной сети. 5. Зависимость погрешности обучения и погрешности обобщения. 6. Эффект переобучения нейронной сети и способы выхода из этой ситуации.
Лабораторная работа №6. Инструментальные средства проектирования и реализации искусственных нейронных сетей.	1. Области применения искусственных нейронных сетей. 2. Сигнал смещения при реализации искусственного нейрона. 3. Структура нейрона со смещением. 4. Архитектура однослойной нейронной сети. 5. Обучение нейрона по правилу Хебба. 6. Принципы построения многослойной нейронной сети. 7. Алгоритм обратного распространения ошибки. Параметры, влияющие на обучение многослойной нейронной сети.
Лабораторная работа №7. Разработка экспертной системы, основанной на правилах.	1. Продукции, определение, структура, формализация? 2. Организация вывода в продукционных системах. Прямой и обратный порядок рассуждений? 3. Эвристические принципы управления правилами? 4. Достоинства и недостатки продукционных систем?
Лабораторная работа №8. Разработка экспертной системы с использованием семантических сетей.	1. Особенности знаний? 2. Классификация знаний? 3. Методы представления знаний? 4. Семантическая сеть, определение, типы? 5. Классификация объектов и отношений в семантических сетях? 6. Организация вывода в семантических сетях? 7. Достоинства и недостатки сетевых моделей представления знаний?
Лабораторная работа №9. Разработка экспертной системы с использованием фреймовых сетей.	1. Фрейм, слот, определение, структура? 2. Виды присоединенных процедур во фреймовых моделях? 3. Организация вывода в фреймовых моделях представления знаний? 4. Достоинства и недостатки фреймовых моделей представления знаний?

**Критерии оценки лабораторной работы:** лабораторная работа считается защищенной, если студент выполнил задание к работе полностью и во время устного опроса по работе правильно ответил на заданные преподавателем дополнительные вопросы.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена и дифференцированного зачета используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> В ходе текущей аттестации могут быть использованы балльно-рейтинговые шкалы.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение решать стандартные профессиональные задачи с применением методов дискретной математики
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач
	Умение проверять решение и анализировать результаты
Навыки	Владение навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
	Качество выполнения исследований объектов профессиональной деятельности
	Самостоятельность выполнения исследований объектов профессиональной деятельности

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость	Излагает знания без	Излагает знания с	Излагает знания	Излагает знания в

изложения и интерпретации знаний	логической последовательности	нарушениями в логической последовательности	без нарушений в логической последовательности	логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение решать стандартные профессиональные задачи с применением методов дискретной математики	Не умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов дискретной математики	Допускает неточности в решении стандартных профессиональных задач с применением методов дискретной математики	Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов дискретной математики	Безошибочно решает стандартные профессиональные задачи с применением методов дискретной математики
Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Не умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Использование теоретических знаний для выбора методики решения профессиональных задач вызывает затруднения	Умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Умело использует теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Не владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Не достаточно хорошо владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Профессионально владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
Качество выполнения исследований объектов	Не качественно выполняет исследования объектов	Не достаточно качественно выполняет исследования объектов	Не достаточно качественно выполняет исследования объектов	Качественно выполняет исследования объектов

профессиональной деятельности	профессиональной деятельности, допускает грубые ошибки	объектов профессиональной деятельности, допускает и исправляет ошибки с посторонней помощью	объектов профессиональной деятельности, допускает и исправляет ошибки самостоятельно	профессиональной деятельности
Самостоятельность выполнения исследований объектов профессиональной деятельности	Не может самостоятельно выполнять исследования объектов профессиональной деятельности	Выполняет исследования объектов профессиональной деятельности с посторонней помощью	При выполнении исследования объектов профессиональной деятельности иногда требуется посторонняя помощь	Самостоятельно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная установка, экран, доски
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Специализированная мебель. Компьютеры на базе процессоров Intel или AMD.
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронно-образовательную среду

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1.	Microsoft Windows 10 Корпоративная	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017.
2.	Microsoft Office Professional Plus 2016	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017.
3.	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition».	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 20.07.2019
4.	Интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio 2013	Лицензионный договор № 63-14к от 2.07.2014;
5.	Среды программирования Free Pascal, Dev C++ или CodeBlocks	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Остроух А.В., Суркова Н.Е. Системы искусственного интеллекта – СПб.: – Издательство «Лань», 2019. - 228 с.: ил.
2. Гаврилова Т.А., Кудрявцев Д.В., Муромцев Д.И. Инженерия знаний. Модели и методы: Учебник: - 2-е изд., - СПб.: - Издательство «Лань», 2018. - 324 с.: ил.
3. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем : учебное пособие для вузов / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. - Санкт-Петербург : Питер, 2001. - 382 с. - ISBN 5-272-00071-4
4. Круглов, В. В. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода : учебное пособие / В. В. Круглов, М. И. Дли. - Москва : Физматлит, 2002. - 254 с. - ISBN 5-94052-062-6
5. Ярушкина, Н. Г. Основы теории нечетких и гибридных систем : учеб. пособие / Н. Г. Ярушкина. - Москва : Финансы и статистика, 2004. - 319 с. - ISBN 5-279-02776-6

6. Представление знаний в информационных системах [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Ю. Громов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 169 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64163.html>
7. Коробова И.Л. Принятие решений в системах, основанных на знаниях [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Л. Коробова, Г.В. Артемов. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 81 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64166.html>
8. Дмитриенко, В. Д. Основы теории нейронных сетей : учебное пособие / В. Д. Дмитриенко, Н. И. Корсунов. - Белгород : БИИММАП, 2001. - 159 с. - (БИИММАП. Дистанционное образование). - ISBN 5-93308-002-0
9. М. Тим Джонс Программирование искусственного интеллекта в приложениях [Электронный ресурс] / ТимДжонс М.. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 310 с. — 978-5-4488-0116-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63950.html>
10. Барский А.Б. Введение в нейронные сети [Электронный ресурс] / А.Б. Барский. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 358 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52144.html>
11. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы : пер. с пол. / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2006. - 383 с. : ил. - ISBN 5-93517-103-1
12. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации : пер. с пол. / С. Осовский. - Москва : Финансы и статистика, 2002. - 344 с. - ISBN 5-279-02567-4

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех») — Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru>
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» — Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/>

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ<sup>3</sup>

Рабочая программа утверждена на 20 20 /20 21 учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями<sup>4</sup>

Протокол № 8 заседания кафедры от «21» 04 20 20 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (Поляков В.М.)  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ (Белоусов А.В.)  
подпись, ФИО

<sup>3</sup> Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

<sup>4</sup> Нужно подчеркнуть