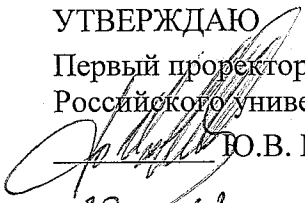


Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-
Российского университета

 Ю.В. Машин

«20» 12 2019 г.

Регистрационный № УД-0103041

Б.1. В.19 /р

**ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ,
НЕЙРОННЫЕ СЕТИ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

Направленность (профиль) Разработка программного обеспечения

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	4
Семестр	8
Лекции, часы	66
Лабораторные занятия, часы	66
Экзамен, семестр	8
Контактная работа по учебным занятиям, часы	132
Самостоятельная работа, часы	120
Всего часов / зачетных единиц	252 / 7

Кафедра-разработчик программы: «Высшая математика»

Составители: В.Г.Замураев, канд. физ.-мат. наук, доцент,

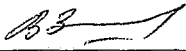
Е.Л. Старовойтова, кандидат педагогических наук, доцент,

А.Г. Козлов, старший преподаватель,

А.М.Бутома, старший преподаватель.

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика № 11 от 10.01.2018 г., учебным планом рег. № 010304-1 от 25.10.2019 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Высшая математика»
28.11.2019 г., протокол № 3.

Заведующий кафедрой «Высшая математика»  В.Г. Замураев

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом
Белорусско-Российского университета

«18» декабря 2019 г., протокол № 3.

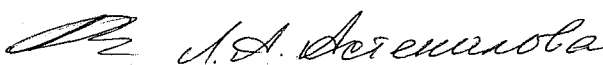
Зам. председателя
Научно-методического совета

 С.А. Сухоцкий

Рецензент: В.А. Юревич, профессор кафедры физики УО «Могилевский государственный университет продовольствия», доктор физико-математических наук, профессор

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь

 Л.А. Арсеникова

Начальник учебно-методического
отдела

 В.А. Кемова

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Развитие логического и алгоритмического мышления; формирование навыков формализации моделей реальных процессов; анализ систем, процессов и явлений при поиске оптимальных решений и выборе наилучших способов реализации этих решений; выработка умений и исследовательских навыков анализа прикладных задач; формирование приемов и навыков практического исследования задач оптимального производственного планирования.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- основные понятия машинного обучения, методы построения нейронных сетей;
- основные алгоритмы машинного обучения;
- области применения машинного обучения и нейронных сетей.

уметь:

- составлять модели искусственного интеллекта;
- применять алгоритмы машинного обучения;
- анализировать полученные результаты, делать выводы по поставленной задаче.

владеть:

- навыками составления и исследования моделей нейронных сетей, для решения которых применяются методы машинного обучения.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к Блоку 1, формируемая участниками образовательных отношений.

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- дискретная математика;
- линейная алгебра;
- математический анализ;
- программирование;
- аналитическая геометрия;
- математическая логика и теория алгоритмов;
- современные математические системы;
- теория вероятностей и случайные процессы;
- математическая статистика;
- объектно-ориентированное программирование;
- математическое программирование;
- случайные процессы;
- теория массового обслуживания.

Результаты изучения дисциплины используются в ходе практики и при подготовке выпускной квалификационной работы.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ПК-1.	Способен формулировать постановки задач моделирования, осуществлять анализ математических моделей и проверять их корректность
ПК-2.	Способен обоснованно выбирать методы решений поставленных математических задач, разрабатывать алгоритмы решений, реализовывать алгоритмы в виде программ, анализировать результаты

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Искусственный интеллект. Нейронные сети.	Предпосылки развития науки «искусственный интеллект». Подходы и направления: интуитивный, символичный, логический, агенто-ориентированный, гибридный. Модели и методы исследований искусственного интеллекта. машинное мышление, машинное обучение, робототехника и др. Современный искусственный интеллект, области его применения, связь с другими науками и явлениями культуры. Основные этапы развития искусственных нейронных сетей и их классификация	ПК-1. ПК-2.
2	Искусственный нейрон. Функции активации нейронных элементов	Искусственный нейрон. Функция активации нейронного элемента. Синапсы и взвешенные суммы. Паттерны входной и выходной активности нейронной сети. Порог нейронного элемента. Наиболее распространенные функции активации нейронных элементов: линейная, пороговая, линейная ограниченная, модифицированная пороговая, сигмоидная, биполярная сигмоидная, гиперболический тангенс, радиально-базисная, ректификационная функция активации, функция активации softmax.	ПК-1. ПК-2.
3	Нейронные сети с одним обрабатывающим слоем. Возможности однослойных персептронов. Правило обучения Розенблатта. Геометрическая интерпретация процедуры обучения персептрона	Нейронная сеть. Слой нейронной сети. Нейронные сети с одним обрабатывающим слоем. Топология однослойного персептрона. Возможности однослойных персептронов. Линейное разбиение входного пространства образов на два класса. Дискриминантная линия. Реализация простейших логических операций. Самоадаптация и самоорганизация нейронных сетей в процессе обучения. Обобщающая способность сети. Персептрон Розенблатта. Сенсорные, ассоциативные и эффекторные нейроны. Правило обучения Розенблатта. Алгоритм обучения Розенблатта. Геометрическая интерпретация процедуры обучения персептрона.	ПК-1. ПК-2.
4	Примеры решения задач однослойным персептроном. Пра-	Примеры решения задач однослойным персептроном. Решение задачи «логическое или». Геометрический способ настройки синаптических связей. Правило обучения Видроу – ХOFFа (дельта-	ПК-1. ПК-2.

	вило обучения Видроу – Хоффа	правило). Последовательное обучение. Алгоритм обучения одно- слойного персептрона, в основе которого лежит дельта-правило. Групповое обучение.	
5	Адаптивный шаг обу- чения. Использование псевдообратной мат- рицы для обучения нейронных сетей. Анализ линейных нейронных сетей. Однослойный пер- септрон для решения задачи «исключаю- щее или»	Адаптивный шаг обучения. Нахождение адаптивного шага обуче- ния методом наискорейшего спуска. Использование псевдообрат- ной матрицы для обучения нейронных сетей. Анализ линейных нейронных сетей. Сеть с прямым распространением сигналов. Обобщающая способность сети. Однослойный персептрон с функцией активации Гаусса или сигнальной функцией активации. Решение задачи «исключающее или».	ПК-1. ПК-2.
6	Применение одно- слойных персептро- нов	Применение однослойных персептронов: решение системы ли- нейных уравнений, использование линейной нейронной сети для прогнозирования временных рядов.	ПК-1. ПК-2.
7	Топология и анализ многослойных пер- септронов	Многослойные нейронные сети с прямым распространением сиг- налов. Архитектура многослойного персептрона. Входной, вы- ходной и скрытые слои нейронных элементов. Количество синап- тических связей многослойного персептрона. Персептрон с одним скрытым слоем. Универсальный классификатор. Формирование невыпуклой разделяющей поверхности с помощью персептрона с одним скрытым слоем и бинарной пороговой функцией активации нейронных элементов. Задача «исключающее или». Персептрон с двумя скрытыми слоями. Проблема перетренировки сети. Реше- ние задачи бинарной классификации.	ПК-1. ПК-2.
8	Нейронные сети вы- сокого порядка. Ма- тематические основы алгоритма обратного распространения ошибки	Нейронные сети высокого порядка. Гиперквадрики. Решение за- дачи «исключающее или» с помощью нейронной сети второго порядка. Алгоритм обратного распространения ошибки. Последо- вательное обучение. Дельта-правило обучения многослойных пер- септронов в общем виде. Групповое обучение. Минимизация сум- марной квадратичной ошибки. Обобщенное дельта-правило для группового обучения.	ПК-1. ПК-2.
9	Обобщённое дельто- правило для различ- ных функций актива- ции нейронных эле- ментов	Обобщённое дельто-правило для различных функций активации нейронных элементов: сигмоидной, биполярной сигмоидной, ги- перболического тангенса, функции активации softmax, ректифи- кационной функции активации ReLU. Алгоритм обратного рас- пространения ошибки для последовательного обучения. Недо- статки алгоритма.	ПК-1. ПК-2.
10	Рекомендации по обучению и архитек- туре многослойных нейронных сетей. Гетерогенные персеп- троны. Алгоритм многократного рас- пространения ошиб- ки. Предварительная обработка входных данных	Рекомендации по обучению и архитектуре многослойных нейрон- ных сетей. Случайная инициализация, архитектура нейронной сети, выход из локальных минимумов, регуляризация параметров, метод раннего останова. Гетерогенные персептроны. Обобщенное дельта-правило для гетерогенной сети. Проблема нестабильности процесса обучения. Алгоритм многократного распространения ошибки. Методы предварительной обработки входных данных. Преобразование входных данных к приемлемому диапазону зна- чений. Преобразование разнородных входных данных. Преобра- зование входных данных из временного пространства в другие области.	ПК-1. ПК-2.
11	Применение много- слойных персептро- нов: классификация образов, экспертные системы, прогнозиро- вание временных ря- дов	Примеры использования персептронов для решения задач: клас- сификация образов, экспертные системы, прогнозирование вре- менных рядов	ПК-1. ПК-2.

12	Применение многослойных персептронов: автономное управление автомобилем, автономное управление роботом	Примеры использования персептронов для решения задач: автономное управление автомобилем, автономное управление роботом.	ПК-1. ПК-2.
13	Общая архитектура рекуррентной нейронной сети. Рекуррентные сети Джордана и Элмана. Обучение рекуррентной сети	Рекуррентные нейронные сети. Общая архитектура рекуррентной нейронной сети. Мультирекуррентная сеть. Аппроксимация нелинейной динамической системы рекуррентной нейронной сетью. Рекуррентная сеть Джордана. Контекстные нейроны. Рекуррентная сеть Элмана. Обучение рекуррентных нейронных сетей. Применение алгоритма обратного распространения ошибки для обучения мультирекуррентной нейронной сети. Алгоритм обучения рекуррентной нейронной сети.	ПК-1. ПК-2.
14	Применение рекуррентных нейронных сетей	Применение рекуррентных нейронных сетей. Решение временной задачи «исключающее или». Прогнозирование странных аттракторов. Странные аттракторы. Псевдофазовая реконструкция. Моделирование поведения нелинейных динамических систем.	ПК-1. ПК-2.
15	Сверточные нейронные сети	Сверточные нейронные сети. Построение сверточной нейронной сети. Математическое описание сверточного слоя. Архитектура сверточной нейронной сети LeNet-5 для классификации рукописных цифр. Обучение сверточных нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения ошибки, адаптированный к архитектуре сверточной сети. Редуцированная архитектура сверточной сети для распознавания рукописных цифр.	ПК-1. ПК-2.
16	Метод главных компонент	Метод главных компонент. Сжатие информации. Алгоритм нахождения главных компонент. Восстановление информации. Минимальное значение ошибки восстановления информации. Нахождение количества главных компонент.	ПК-1. ПК-2.
17	Пример расчета по методу главных компонент	Пример расчета по методу главных компонент. Геометрический смысл метода главных компонент.	ПК-1. ПК-2.
18	Архитектура автоэнкодерной нейронной сети. Правило обучения Ойя. Обобщенное дельта-правило. Кумулятивное дельта-правило	Автоэнкодерные нейронные сети. Архитектура автоэнкодерной нейронной сети. Два представления автоэнкодерной нейронной сети. Линейные автоэнкодерные сети. Правило обучения Ойя. Получение правила Ойя на основе метода градиентного спуска. Правило обучения Ойя для нелинейной сети. Обобщенное дельта-правило. Кумулятивное дельта-правило, его применение для обучения нелинейных автоэнкодерных нейронных сетей.	ПК-1. ПК-2.
19	Метод послонного обучения. Анализ автоэнкодерных нейронных сетей	Метод послонного обучения. Теоретические основы метода. Алгоритм послонного обучения. Анализ автоэнкодерных нейронных сетей. Теорема Ковера о разделимости образов.	ПК-1. ПК-2.
20	Применение автоэнкодерных нейронных сетей	Применение автоэнкодерных нейронных сетей: предварительная обработка данных, классификация и визуализация данных, обнаружение аномалий, разделение гауссовских сигналов, сжатие изображений.	ПК-1. ПК-2.
21	Устойчивость нелинейных динамических систем. Архитектура нейронной сети Хопфилда	Устойчивость нелинейных динамических систем. Второй метод Ляпунова. Функция Ляпунова. Релаксационные нейронные сети. Анализ устойчивости релаксационных нейронных сетей. Нейронная сеть Хопфилда. Архитектура нейронной сети Хопфилда. Нейронная сеть Хопфилда с дискретным временем. Нейронная сеть Хопфилда как динамическая система. Параллельная и последовательная динамика работы сети Хопфилда. Диссипативные динамические системы. Устойчивые стационарные точки и устойчивые предельные циклы.	ПК-1. ПК-2.
22	Энергия сети Хоп-	Энергия сети Хопфилда. Анализ аттракторов.	ПК-1.

	филда. Анализ ат-тракторов		ПК-2.
23	Правило обучения Хебба. Ассоциативная память	Правило обучения Хебба. Ассоциативная память. Обучение нейронной сети Хопфилда с использованием правила Хебба. Бассейн притяжения, соответствующие ему паттерны. Объем памяти для устойчивой работы сети. Радиус притяжения.	ПК-1. ПК-2.
24	Функционирование сети Хопфилда. Решение задач оптимизации	Функционирование сети Хопфилда. Алгоритм функционирования. Асинхронный и синхронный режимы функционирования сети Хопфилда. Применение сетей Хопфилда для решения комбинаторных задач оптимизации. Задача коммивояжера.	ПК-1. ПК-2.
25	Нейронная сеть Хэмминга. Двухнаправленная ассоциативная память	Нейронная сеть Хэмминга. Архитектура нейронной сети Хэмминга. Правила определения весовых коэффициентов для различных слоев нейронной сети Хэмминга. Функция активации нейронных элементов. Алгоритм функционирования нейронной сети Хэмминга. Двухнаправленная ассоциативная память. Релаксационная сеть с циркуляцией информации. Архитектура двухнаправленной памяти. Обучение двухнаправленной памяти с помощью правила Хебба. Алгоритм функционирования двухнаправленной ассоциативной памяти.	ПК-1. ПК-2.
26	Самоорганизующиеся нейронные сети Кохонена	Самоорганизующиеся нейронные сети. Нейронные сети Кохонена. Архитектура сети Кохонена. Конкурентный принцип обучения и функционирования. Конкурентные нейронные сети. Принцип «победитель берет все». Определение нейрона-победителя по взвешенной сумме. Геометрическая интерпретация определения нейрона-победителя. Определение нейрона-победителя по евклидовому расстоянию.	ПК-1. ПК-2.
27	Векторный квантователь.	Нейронная сеть для векторного квантования. Кодовый вектор и кодовая книга. Общая ошибка квантования. Некоторые варианты обучения векторного квантователя. Конкурентное обучение с одним победителем. Процедура обучения векторного квантователя. Конкурентное обучение со многими победителями. Контролируемое конкурентное обучение.	ПК-1. ПК-2.
28	Самоорганизующиеся карты Кохонена. Решение задачи коммивояжера	Самоорганизующиеся карты Кохонена. Процедура обучения сети Кохонена для непрерывной функции притяжения. Решение задачи коммивояжера. Алгоритм обучения сети Кохонена для решения задачи коммивояжера.	ПК-1. ПК-2.
29	Архитектура и обучение глубоких нейронных сетей	Глубокие нейронные сети. Архитектура глубокой нейронной сети. Два основных метода обучения глубоких нейронных сетей. Метод с предварительным обучением и его этапы. Метод стохастического градиента. Автоэнкодерный метод обучения. Алгоритм метода.	ПК-1. ПК-2.
30	Обучение глубоких нейронных сетей на основе RBM. Метод стохастического градиента с использованием ReLU	Ограниченная машина Больцмана. Стохастическая нейронная сеть. Обучение глубоких нейронных сетей на основе RBM. Энергия сети RBM. Метод стохастического градиента с использованием ReLU.	ПК-1. ПК-2.
31	Альтернативный взгляд на ограниченную машину Больцмана	Методы для получения правила обучения ограниченной машины Больцмана. Минимизация суммарной квадратичной ошибки. Минимизация кросс-энтропии	ПК-1. ПК-2.
32	Применение глубоких нейронных сетей	Применение глубоких нейронных сетей. Сжатие данных. Визуализация данных. Визуализация рукописных цифр с применением глубокого автоэнкодера. Классификация образов.	ПК-1. ПК-2.
33.	Машинное обучение – современное состояние и перспективы	Применение машинного обучения в экономике(биржевой технический анализ, финансовый надзор, кредитный скоринг, прогнозирование ухода клиентов), в бизнесе (трейдинг, выявление не-	ПК-1. ПК-2.

	развития	стандартного поведения пользователя, интернет-маркетинг), при кластеризации и классификации данных (обнаружение спама, категоризация документов), в системах распознавания текста и образов, при предсказании стихийных бедствий, в области государственного управления, при технической и медицинской диагностике.	
--	----------	---	--

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1							
1	1. Искусственный интеллект. Нейронные сети.	2	Лабораторная работа 1. Нейронные сети с одним обрабатывающим слоем.	2	2		
	2. Искусственный нейрон. Функции активации нейронных элементов	2	Лабораторная работа 1. Нейронные сети с одним обрабатывающим слоем.	2	2		
	3. Нейронные сети с одним обрабатывающим слоем. Возможности однослойных персептронов. Правило обучения Розенблатта. Геометрическая интерпретация процедуры обучения персептрона	2	Лабораторная работа 1. Нейронные сети с одним обрабатывающим слоем.	2	2	ЗЛР	5
2	4. Примеры решения задач однослойным персептроном. Правило обучения Видроу – Хопффа	2	Лабораторная работа 2. Применение однослойных персептронов	2	2		
	5. Адаптивный шаг обучения. Использование псевдообратной матрицы для обучения нейронных сетей. Анализ линейных нейронных сетей. Однослойный персептрон для решения задачи «исключающее или»	2	Лабораторная работа 2. Применение однослойных персептронов	2	2		
	6. Применение однослойных персептронов	2	Лабораторная работа 2. Применение однослойных персептронов	2	2	ЗЛР	5
3	7. Топология и анализ многослойных персептронов	2	Лабораторная работа 3. Топология и анализ многослойных персептронов в	2	2		
	8. Нейронные сети высокого порядка. Математические основы алгоритма обратного распространения ошибки	2	Лабораторная работа 3. Топология и анализ многослойных персептронов в	2	2		
	9. Обобщённое дельта-правило для различных функций активации нейронных элементов	2	Лабораторная работа 3. Топология и анализ многослойных персептронов в	2	2	ЗЛР	5
4	10. Рекомендации по обучению и архитектуре многослойных нейронных сетей. Гетерогенные персептроны. Алгоритм многократного распространения ошибки. Предварительная обработка входных данных	2	Лабораторная работа 4. Нейронные сети высокого порядка	2	2		
	11. Применение многослойных персептронов: классификация образов, экспертные системы, прогнозирование временных рядов	2	Лабораторная работа 4. Нейронные сети высокого порядка	2	2		
	12. Применение многослойных персептронов: автономное управление автомобилем, автономное управление роботом	2	Лабораторная работа 4. Нейронные сети высокого порядка	2	2	ЗЛР	5
5	13. Общая архитектура рекуррентной	2	Лабораторная работа 5. Классифика-	2	2		

	нейронной сети. Рекуррентные сети Джордана и Элмана. Обучение рекуррентной сети		ция образов				
	14. Применение рекуррентных нейронных сетей	2	Лабораторная работа 5. Классификация образов	2	2		
	15. Сверточные нейронные сети	2	Лабораторная работа 5. Классификация образов	2	2	ЗЛР	5
6	16. Метод главных компонент	2	Лабораторная работа 6. Сверточные нейронные сети	2	3		
	17. Пример расчета по методу главных компонент	2	Лабораторная работа 6. Сверточные нейронные сети	2	3		
	18. Архитектура автоэнкодерной нейронной сети. Правило обучения Ойя. Обобщенное дельта-правило. Кумулятивное дельта-правило	2	Лабораторная работа 6. Сверточные нейронные сети	2	3	ЗЛР ПКУ	5 30
Модуль 2							
7	19. Метод послонного обучения. Анализ автоэнкодерных нейронных сетей	2	Лабораторная работа 7. Автоэнкодерные нейронные сети	2	3		
	20. Применение автоэнкодерных нейронных сетей	2	Лабораторная работа 7. Автоэнкодерные нейронные сети	2	3		
	21. Устойчивость нелинейных динамических систем. Архитектура нейронной сети Хопфилда	2	Лабораторная работа 7. Автоэнкодерные нейронные сети	2	3	ЗЛР	5
8	22. Энергия сети Хопфилда. Анализ аттракторов	2	Лабораторная работа 8. Нейронная сеть Хопфилда	2	3		
	23. Функционирование сети Хопфилда. Решение задач оптимизации	2	Лабораторная работа 8. Нейронная сеть Хопфилда	2	3		
	24. Функционирование сети Хопфилда. Решение задач оптимизации	2	Лабораторная работа 8. Нейронная сеть Хопфилда	2	3	ЗЛР	5
9	25. Нейронная сеть Хэмминга. Двух-правленная ассоциативная память	2	Лабораторная работа 9. Нейронная сеть Хэмминга	2	3		
	26. Самоорганизующиеся нейронные сети Кохонена	2	Лабораторная работа 9. Нейронная сеть Хэмминга	2	3		
	27. Векторный квантователь.	2	Лабораторная работа 9. Нейронная сеть Хэмминга	2	3	ЗЛР	5
10	28. Самоорганизующиеся карты Кохонена. Решение задачи коммивояжера	2	Лабораторная работа 10. . Самоорганизующиеся нейронные сети Кохонена	2	3		
	29. Архитектура и обучение глубоких нейронных сетей	2	Лабораторная работа 10. . Самоорганизующиеся нейронные сети Кохонена	2	3		
	30. Обучение глубоких нейронных сетей на основе RBM. Метод стохастического градиента с использованием ReLU	2	Лабораторная работа 10. . Самоорганизующиеся нейронные сети Кохонена	2	3	ЗЛР	5
11	31. Альтернативный взгляд на ограниченную машину Больцмана	2	Лабораторная работа 11. Обучение глубоких нейронных	2	3		
	32. Применение глубоких нейронных сетей	2	Лабораторная работа 11. Обучение глубоких нейронных	2	3	ЗЛР	5
	33. Машинное обучение – современное состояние и перспективы развития	2	Лабораторная работа 11. Обучение глубоких нейронных	2	3	ЗЛР ПКУ	5 30
12-14					36	ПА (экзамен)	40
	Итого	66		66	120		250

Принятые обозначения:

Текущий контроль –

ЗЛР – защита лабораторной работы;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА – промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий		Всего часов
		Лекции	Лабораторные занятия	
1	Традиционные	1-2, 4-14, 16-28; 30,-31, 33		58
2	Мультимедиа	3, 15, 29, 32		8
3	С использованием ЭВМ		1-11	66
	ИТОГО	66	66	132

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к экзамену	1
2	Экзаменационные билеты	1
3	Вопросы к защите лабораторных работ	1

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
<i>Компетенция ПК-1. Способен формулировать постановки задач моделирования, осуществлять анализ математических моделей и проверять их корректность</i>			
<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции. ПК-1.16 Способен применять методы теории искусственного интеллекта и машинного обучения при формулировке постановок задач моделирования, анализе математических моделей и проверке их корректности</i>			
1	Пороговый уровень	Базовые знания в объеме рабочей программы (знание понятийного аппарата, типичных моделей искусственного интеллекта и машинного обучения), умение решать типовые задачи под руководством преподавателя.	Имеет представление о моделях задач машинного обучения, способен определить правильность постановки и выбора математической модели.
2	Продвинутый уровень	Полные знания в объеме рабочей программы, правильное использование терминологии, способность самостоятельно решать типовые задачи искусственного интеллекта и машинного обучения.	Умеет применить математический аппарат для выбора требуемой постановки задачи моделирования, для проведения анализа построенной модели
3	Высокий уровень	Систематизированные, глубокие и полные знания в объеме рабочей программы, точное использование научной терминологии и свободное владение инструментарием учебной дисциплины, умение анализировать и применять теоретические знания при самостоятельном решении типовых учебных задач и задач повышенной сложности, делать обоснованные выводы.	Владеет навыками составления математических моделей, умеет оценить их полноту и правильность применения математического аппарата.
<i>Компетенция ПК-2.. Способен обоснованно выбирать методы решений поставленных математических задач, разрабатывать алгоритмы решений, реализовывать алгоритмы в виде программ, анализировать результаты</i>			
<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции. ПК-2.23 Способен применять знание методов искусственного интеллекта и машинного обучения при выборе методов решений поставленных задач, разработке алгоритмов решений, реализации алгоритмов в виде программ, анализе результатов</i>			
1	Пороговый уровень	Базовые знания в объеме рабочей программы (знание понятийного аппарата, типичных моделей задач искусственного интеллекта и машинного обучения), умение решать типовые задачи под руководством преподавателя.	Имеет представление о методах искусственного интеллекта и машинного обучения, способен определить правильность выбора алгоритма решения задачи.
2	Продвинутый уровень	Полные знания в объеме рабочей программы, правильное использование терминологии, способность самостоятельно решать типовые задачи машинного обучения.	Умеет применить математический аппарат для выбора требуемого аналитического или алгоритмического метода решения, анализировать полученный результат.

3	Высокий уровень	Систематизированные, глубокие и полные знания в объеме рабочей программы, точное использование научной терминологии и свободное владение инструментарием учебной дисциплины, умение анализировать и применять теоретические знания при самостоятельном решении типовых учебных задач и задач повышенной сложности, делать обоснованные выводы.	Владеет способностью давать рекомендации и выбирать аналитические и алгоритмические методы решения задач, оценивать процесс алгоритма решения, осуществлять оптимальный поиск решений, анализировать результаты решений, делать обоснованные выводы.
---	-----------------	--	--

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<i>Компетенция ПК-1.</i>	
Пороговый уровень	Вопросы к защите лабораторных работ
Продвинутый уровень	Вопросы к защите лабораторных работ
Высокий уровень	Вопросы к защите лабораторных работ
<i>Компетенция ПК-2.</i>	
Пороговый уровень	Вопросы к защите лабораторных работ
Продвинутый уровень	Вопросы к защите лабораторных работ
Высокий уровень	Вопросы к защите лабораторных работ

5.3 Критерии оценки лабораторных работ

Лабораторные работы (ЗЛР) оцениваются до 5 баллов:

0-1 баллов - оборудование и методы использованы неправильно, проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения не освоены, результат работы не соответствует её целям;

2-3 баллов - оборудование и методы частично использованы правильно, проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения частично освоены, результат работы частично соответствует её целям;

4 баллов - оборудование и методы в основном использованы правильно, проявлена хорошая теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения в основном освоены, результат работы в основном соответствует её целям;

5 баллов - оборудование и методы использованы правильно, проявлена отличная теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения полностью освоены, результат работы полностью соответствует её целям.

5.4 Критерии оценки экзамена

Итоговая оценка на экзамене по пятибалльной системе определяется как сумма баллов промежуточного контроля успеваемости и промежуточной аттестации (экзамена) и соответствует суммарным баллам:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

При этом промежуточный контроль успеваемости оценивается до 60 баллов, а промежуточная аттестация (экзамен) оценивается до 40 баллов. Экзаменационный билет состоит из 4 вопросов: 2 теоретических вопроса и 2 задачи), за каждое задание можно набрать до 10 баллов.

Для экзамена.

Оценка **«отлично»**, выставляется за: систематизированные, глубокие и полные знания в объеме рабочей программы, точное использование научной терминологии и свободное владение инструментарием учебной дисциплины, умение анализировать и применять теоретические знания при самостоятельном решении типовых учебных задач и задач повышенной сложности, способность делать обоснованные выводы.

Оценка **«хорошо»**, выставляется за: полные знания в объеме рабочей программы, правильное использование терминологии, способность самостоятельно решать типовые задачи учебной дисциплины.

Оценка **«удовлетворительно»**, выставляется за: обладание базовыми знаниями (владеет терминологией, знает определения понятий) в объеме рабочей программы достаточными для усвоения последующих дисциплин, умение решать простейшие типовые задачи.

Оценка **«неудовлетворительно»**, выставляется за: фрагментарные знания по базовым вопросам в объеме рабочей программы, недостаточными для усвоения последующих дисциплин, неуверенное использование терминологии, неумение решать типовые задачи.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- конспектирование;
- решение задач и упражнений по образцу;
- работа с лекционными материалами, включая основную и дополнительную литературу, которые представлены в пунктах 7.1 и 7.2;
- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение;
- работа со справочной литературой;
- выполнение контрольных работ;
- подготовка к аудиторным занятиям и контрольным работам;
- подготовка к экзамену.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

Перечень методических указаний приведен в п. 7.4.1 и они хранятся в кабинете математики (к. 405). Кроме того, их электронные варианты представлены в университетской сети Интернет по адресу: eco.bgu.by.

По адресу sdo.bgu.by (учебные материалы), находится разработанный на кафедре электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК), который включает:

- курс лекций;
- методические рекомендации для практических занятий;
- примеры контрольных заданий
- вопросы к экзаменам,
- образцы экзаменационных билетов;
- список литературы.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество эк-земпляров
1	Масленникова, О.Е. Основы искусственного интеллекта : учеб. пособие / О.Е. Масленникова, И.В. Гаврилова. — 3-е изд., стер. — Москва : ФЛИНТА, 2019. — 283 с. - ISBN 978-5-9765-1602-1. - Текст : электронный. - URL: http://znanium.com/catalog/product/1034902 - Текст : электронный. - URL: http://znanium.com/catalog/product/1034902	—	Znanium.com
2	Рашка, С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения / С. Рашка ; пер. с англ. А.В. Логунова. - Москва : ДМК Пресс, 2017. - 418 с. - ISBN 978-5-97060-409-0. - Текст : электронный. - URL: http://znanium.com/catalog/product/1027758 - Текст : электронный. - URL: http://znanium.com/catalog/product/1027758	—	Znanium.com

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество эк-земпляров
1	Коэльо, Луис Педро Построение систем машинного обучения на языке Python / Луис Педро Коэльо, Вилли Ричарт ; пер. с англ. А. А. Слинкина. - 2-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2016. - 302 с. - ISBN 978-5-97060-330-7. - Текст : электронный. - URL: http://znanium.com/catalog/product/1027824 - Текст : электронный. - URL: http://znanium.com/catalog/product/1027824	—	Znanium.com
2	Осипов Г.С. Методы искусственного интеллекта / Осипов Г.С. - М.:Физматлит, 2011. - 296 с.: ISBN 978-5-9221-1323-6 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/544787	—	Znanium.com
3	Кук, Д. Машинное обучение с использованием библиотеки H2O / Д. Кук ; пер. с англ. А.Б. Огурцова. - Москва : ДМК Пресс, 2018. - 250 с. - ISBN 978-5-97060-508-0. - Текст : электронный. - URL: http://znanium.com/catalog/product/1028135 - Текст : электронный. - URL: http://znanium.com/catalog/product/1028135	—	Znanium.com

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

github.com, machinelearning.ru, eco.bru.by, cdo.bru.by, википедия

4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

7.4.1 Методические рекомендации

1. Бутوما А.М., Замураев В.Г., Козлов А.Г., Старовойтова Е.Л. Искусственных интеллект, машинное обучение, нейронные сети. Методические рекомендации к лабораторным занятиям для студентов, обучающимся по специальности 01.03.04 Прикладная математика. Могилев, Белорусско-Российский университет (электронный вариант).

7.4.3 Информационные технологии

Мультимедийные презентации

1. Нейронные сети с одним обрабатывающим слоем. Возможности однослойных перцептронов. Правило обучения Розенблатта. Геометрическая интерпретация процедуры обучения перцептрона (тема 3).

2. Сверточные нейронные сети (тема 15).

3. Архитектура и обучение глубоких нейронных сетей (тема 29)

4. Применение глубоких нейронных сетей (тема 32).

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «405», рег. номер ПУЛ-4.535-405/1-19