



КГУУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО  
Решением Ученого совета ИЦТЭ КГУУ  
Протокол №7 от 24.03.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института цифровых  
технологий и экономики

\_\_\_\_\_ Ю.В. Торкунова

«24» ноября 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Направление подготовки	09.04.01 Информатика и вычислительная техника
Направленность (профиль)	Инженерия искусственного интеллекта
Квалификация	Магистр

<b>Перечень сведений о рабочей программе</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> Инженерия искусственного интеллекта	<b>Код ОП</b> 09.04.01
<b>Направление подготовки</b> Информатика и вычислительная техника	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 09.04.01

Программа составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
	Солодушкин Святослав Игоревич	Кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	Кафедра вычислительной математики и компьютерных наук, ИЕНиМ, УрФУ

Программа оформлена в соответствии с ПОЛОЖЕНИЕМ О ПОРЯДКЕ РАЗРАБОТКИ И УТВЕРЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ – ПРОГРАММ БАКАЛАВРИАТА, ПРОГРАММ СПЕЦИАЛИТЕТА И ПРОГРАММ МАГИСТРАТУРЫ В КГЭУ

**Рекомендовано учебно-методическим советом Института цифровых технологий и экономики ФГБОУ ВО «КГЭУ»**  
Протокол № 4 от 24.11.2021 г.

## Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Математические основы искусственного интеллекта» является изучение математических основ построения систем искусственного интеллекта, теоретических основ продукционных систем, современных нейросетевых технологий, основах проектирования архитектуры нейронных сетей, методах глубинного обучения.

Задачами освоения дисциплины являются: формирование у студентов целостного представления об искусственном интеллекте и формировании базового понятийного аппарата разработки и проектирования экспертных систем средствами логического и функционального программирования с целью анализа их практического применения

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование дисциплины	Код и наименование индикатора	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
<b>Общеобразовательные компетенции (ОПК)</b>		
ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	ОПК-1.1 Составляет математические модели решения задач в профессиональной деятельности	<i>Знать:</i> математические структуры и принципы их обобщения при построении систем искусственного интеллекта (З1) <i>Уметь:</i> моделировать системы искусственного интеллекта(У1) <i>Владеть:</i> средствами создания систем искусственного интеллекта (В1)
	ОПК-1.2 Разрабатывает методы и алгоритмы решения задач с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний	<i>Знать:</i> методы построения устойчивых алгоритмов обучения нейронных сетей (З1) <i>Уметь:</i> пользоваться разработанными моделями нейронных сетей для формализации и решения практических задач (У1) <i>Владеть:</i> математическим аппаратом построения нейронной сети, методами оптимизации (В1)
	ОПК-1.3 Применяет математические, естественнонаучные и социально-экономические знания для исследования объектов и решения задач в профессиональной деятельности	<i>Знать:</i> основы теории разработки проектов нейросетей и интеллектуальных систем (З1) <i>Уметь:</i> анализировать модификации и новые средства программного обеспечения для создания нейросистем и интеллектуальных систем (У1) <i>Владеть:</i>

		навыками использования инновационного программного обеспечения для решения профессиональных задач (B2)
ОПК-2. Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	ОПК-2.1. Разрабатывает алгоритмы для решения профессиональных задач	Знать: основные методы и алгоритмы построения систем искусственного интеллекта Уметь: составлять алгоритмы и программы для построения систем искусственного интеллекта Владеть: математическим аппаратом построения нейронной сети, методами оптимизации, технологией сборки и запуска модулей слоев нейронной сети в режиме обучения и тестирования
	ОПК-2.2. Разрабатывает программные средства решения профессиональных задач, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий	Знать: Программные средства решения профессиональных задач в сфере информационных технологий фреймворки глубокого обучения, такие как PyTorch и Tensorflow Уметь: создавать программные средства решения задач в профессиональной сфере, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий Владеть: методами разработки программных средств решения задач в профессиональной сфере, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Математические основы искусственного интеллекта» относится к обязательной части учебного плана по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др
ОПК-1, ОПК-2		Машинное обучение, практика, ВКР

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

- знать: основные понятия и методы теории исследования операций, теории вероятностей и математической статистики, математического моделирования;
- уметь: выбирать тип математических моделей и методов;
- владеть: навыками работы с компьютером как средством управления информацией, математическими пакетами программ

## 2. Структура и содержание дисциплины

## 2.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 100 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 32 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 64 час., прием экзамена (КПА) - 4 час.

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	6	216
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:		100
Лекционные занятия (Лек)		32
Лабораторные занятия (Лаб)		
Практические занятия (Пр)		64
КОНС		2
Контактные часы во время аттестации		4
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ		Эк

## 2.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1.1	Основные понятия теории вероятностей	Пространство элементарных исходов. События. Алгебра и сигма-алгебра событий. Примеры алгебр, не являющихся сигма-алгебрами. Вероятностная мера. Вероятностное пространство. Аксиоматика А.Н. Колмогорова. Комбинаторика.
1.2	Условная вероятность	Зависимые и независимые попарно и в совокупности случайные события. Условная вероятность. Формула полной вероятности и Байеса. Теоремы сложения и умножения.
1.3	Дискретные случайные величины	Понятие случайной величины. Дискретные случайные величины (ДСВ). Распределение ДСВ: Бернулли, биномиальное, геометрическое, Пуассона. Теорема Лапласа. Числовые характеристики ДСВ: математическое ожидание, дисперсия.
1.4	Непрерывные случайные величины	Непрерывные случайные величины (НСВ). Функция и плотность распределения НСВ. Вероятностный смысл функции и плотности распределения. Числовые характеристики НСВ: моменты, математическое ожидание, дисперсия, стандартное отклонение, асимметрия, эксцесс.

1.5	Нормальное распределение	Нормальное распределение, его параметры. Сумма двух независимых нормально распределенных случайных величин. Центральная предельная теорема.
1.6	Система нескольких случайных величин	Система двух случайных величин. Функция и плотность распределения двумерной случайной величины. Условные законы распределения. Условные математические ожидания. Зависимые и независимые случайные величины. Ковариация, корреляция.
2.1	Основные понятия статистики	Генеральная совокупность. Случайная выборка и выборка. Дизайн исследования.
2.2	Описательные статистики. Метод моментов. Доверительные интервалы	Описательные статистики. Метод моментов. Точечные оценки параметров генеральной совокупности. Точность оценки, доверительная вероятность, доверительные интервалы.
2.3	Метод максимального правдоподобия	Метод максимального правдоподобия. Оценка параметров генеральной совокупности с помощью метода максимального правдоподобия.
2.4	Проверка статистических гипотез	Формулировка статистических гипотез. Простые и сложные гипотезы. Нулевая и альтернативная гипотезы. Ошибки первого и второго рода. Статистический критерий, наблюдаемое значение критерия. Уровень значимости. Критические области. Мощность критерия. Теорема Неймана-Пирсона. Сравнение средних. Проверка конкретных гипотез.
2.5	Анализ статистических связей	Анализ статистических связей. Корреляционный анализ. Парный, множественный коэффициент корреляции. Ложная корреляция, частный коэффициент корреляции.

### 2.3. Тематический план практический занятий

№	Темы практических занятий	Трудоемкость, час
1	Пространство элементарных исходов. События. Алгебра событий. Вероятностное пространство. Комбинаторика.	4
2	Зависимые и независимые попарно и в совокупности случайные события. Условная вероятность. Формула полной вероятности и Байеса. Теоремы сложения и умножения.	4
3	Понятие случайной величины. Дискретные случайные величины (ДСВ). Распределение ДСВ: Бернулли, биномиальное, геометрическое, Пуассона. Теорема Лапласа. Числовые характеристики ДСВ: математическое ожидание, дисперсия.	4
4	Непрерывные случайные величины (НСВ). Функция и плотность распределения НСВ. Вероятностный смысл функции и плотности распределения. Числовые характеристики НСВ: моменты, математическое ожидание, дисперсия, стандартное отклонение, асимметрия, эксцесс.	4

5	Нормальное распределение, его параметры. Сумма двух независимых нормально распределенных случайных величин. Центральная предельная теорема.	4
6	Система двух случайных величин. Функция и плотность распределения двумерной случайной величины. Условные законы распределения. Условные математические ожидания. Зависимые и независимые случайные величины. Ковариация, корреляция.	4
7	Генеральная совокупность. Случайная выборка и выборка. Дизайн исследования.	4
8	Описательные статистики. Метод моментов. Точечные оценки параметров генеральной совокупности. Точность оценки, доверительная вероятность, доверительные интервалы.	4
9	Метод максимального правдоподобия. Оценка параметров генеральной совокупности с помощью метода максимального правдоподобия.	4
10	Формулировка статистических гипотез. Простые и сложные гипотезы. Нулевая и альтернативная гипотезы. Ошибки первого и второго рода. Статистический критерий, наблюдаемое значение критерия. Уровень значимости. Критические области. Мощность критерия. Теорема Неймана-Пирсона. Сравнение средних. Проверка конкретных гипотез.	4
11	Анализ статистических связей. Корреляционный анализ. Парный, множественный коэффициент корреляции. Ложная корреляция, частный коэффициент корреляции.	4
12	Регрессионные модели. Отбор признаков, доверительные интервалы для параметров. Выбор наилучшей модели с использованием информационных критериев (например, Акаяки).	4
13	Анализ выживаемости. Цензурированные наблюдения. Таблицы жизни. Критерий Каплана-Майера. Модель пропорциональных рисков и Кокс-регрессия.	4
		64

## 2.4. Тематический план лабораторных работ

Не предусмотрены

## 2.5. Самостоятельная работа студента

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

## 3. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии - лекции в сочетании с практическими и лабораторными занятиями, современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств: работа в команде, проблемное обучение.

В качестве основных форм работы студентов предполагается аналитическая обработка текста (аннотирование, конспектирование); работа со справочной литературой; выполнение индивидуальных заданий; работа в электронной среде LMS Moodle.

#### 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, включает: защиты лабораторных работ, устные опросы по темам практических занятий.

Итоговой оценкой результатов освоения дисциплины является оценка, выставленная во время промежуточной аттестации обучающегося (экзамен) с учетом результатов текущего контроля успеваемости. Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится устно по билетам. На экзамен выносятся теоретические и практические задания, проработанные в течение семестра на учебных занятиях и в процессе самостоятельной работы обучающихся. Экзаменационные билеты содержат 2 теоретических заданий и 1 задание практического характера.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ОПК-1	ОПК-1.1	знать:				
		основы определения приоритетов профессиональной деятельности	В полном объеме знает основы определения приоритетов профессиональной деятельности	Достаточно полно знает основы определения приоритетов профессиональной деятельности, допускает мелкие неточности	Уровень знаний по теме минимальный	Уровень знаний ниже минимальных требований
		математические структуры и принципы обобщения	В полном объеме знает математические структуры и принципы обобщения	Достаточно полно знает математические структуры и принципы обобщения	Уровень знаний по теме минимальный	Уровень знаний ниже минимальных требований

		блоков нейронных сетей	построение вычислительных блоков нейронных сетей	на построение вычислительных блоков нейронных сетей, допускает мелкие неточности		
		уметь:				
		моделировать нейронные сети различных типов и алгоритм обратного распространения ошибки	Уверенно показывает умения моделировать нейронные сети различных типов и алгоритм обратного распространения ошибки	Показывает все основные умения моделировать нейронные сети различных типов и алгоритм обратного распространения ошибки, допускает мелкие недочеты	Допускает много недочетов при моделировании и нейронных сетей различных типов и алгоритма обратного распространения ошибки	Не умеет моделировать нейронные сети различных типов и алгоритм обратного распространения ошибки
		владеть:				
		средствами создания и обучения нейронных сетей различных типов	В полном объеме владеет средствами создания и обучения нейронных сетей различных типов	Демонстрирует базовые навыки владения средствами создания и обучения нейронных сетей различных типов, допускает некоторые недочеты	Имеет минимальные навыки владения средствами создания и обучения нейронных сетей различных типов, допускает некоторые недочеты	Отсутствуют базовые навыки владения средствами создания и обучения нейронных сетей различных типов, допускает грубые ошибки
		навыками создания нейросетевых моделей экономических процессов	В полном объеме владеет навыками создания нейросетевых моделей экономических процессов	Демонстрирует базовые навыки создания нейросетевых моделей экономических процессов, допускает некоторые недочеты	Имеет минимальные навыки создания нейросетевых моделей экономических процессов, допускает некоторые недочеты	Отсутствуют базовые навыки создания нейросетевых моделей экономических процессов, допускает грубые ошибки
		знать:				
	ОПК-1.2	классические и неклассические подходы к построению нейронных сетей	В полном объеме знает классические и неклассические подходы к построению нейронных сетей	Достаточно полно знает классические и неклассические подходы к построению нейронных сетей,	Уровень знаний по теме минимальный	Уровень знаний ниже минимальных требований

				допускает мелкие неточности		
		методы построения устойчивых алгоритмов обучения нейронных сетей	В полном объеме знает методы построения устойчивых алгоритмов обучения нейронных сетей	Достаточно полно знает методы построения устойчивых алгоритмов обучения нейронных сетей, допускает мелкие неточности	Уровень знаний по теме минимальный	Уровень знаний ниже минимальных требований
уметь:						
		пользоваться разработанными моделями нейронных сетей для формализации и решения практических задач	Уверенно показывает умения пользоваться разработанными моделями нейронных сетей для формализации и решения практических задач	Показывает все основные умения пользоваться разработанными моделями нейронных сетей для формализации и решения практических задач, допускает мелкие недочеты	Допускает много недочетов при пользовании разработанными моделями нейронных сетей для формализации и решения практических задач	Не умеет пользоваться разработанными моделями нейронных сетей для формализации и решения практических задач
владеть:						
		математическим аппаратом построения нейронной сети, методами оптимизации	В полном объеме владеет математическим аппаратом построения нейронной сети, методами оптимизации	Демонстрирует владение математическим аппаратом построения нейронной сети, методами оптимизации, допускает некоторые недочеты	Владеет на минимальном уровне математическим аппаратом построения нейронной сети, методами оптимизации , допускает некоторые недочеты	Не владеет математическим аппаратом построения нейронной сети, методами оптимизации, допускает грубые ошибки
		технологией сборки и запуска модулей слоев нейронной сети в режиме обучения и тестирования	В полном объеме владеет технологией сборки и запуска модулей слоев нейронной сети в режиме обучения и тестирования	Демонстрирует базовые навыки владения технологией сборки и запуска модулей слоев нейронной сети в режиме обучения и тестирования, допускает	Имеет минимальные навыки владения технологией сборки и запуска модулей слоев нейронной сети в режиме обучения и тестирования, допускает	Отсутствуют базовые навыки владения технологией сборки и запуска модулей слоев нейронной сети в режиме обучения и тестирования, допускает грубые ошибки

				некоторые недочеты	некоторые недочеты		
ОПК-1.3	знать:						
	основы теории разработки проектов нейросетей и интеллектуальных систем	В полном объеме знает основы теории разработки проектов нейросетей и интеллектуальных систем	Достаточно полно знает основы теории разработки проектов нейросетей и интеллектуальных систем, допускает мелкие неточности	Уровень знаний по теме минимальный	Уровень знаний ниже минимальных требований		
	уметь:						
	анализировать модификации и новые средства программного обеспечения для создания нейросистем и интеллектуальных систем	Уверенно показывает умения анализировать модификации и новые средства программного обеспечения для создания нейросистем и интеллектуальных систем	Показывает все основные умения анализировать модификации и новые средства программного обеспечения для создания нейросистем и интеллектуальных систем, допускает мелкие недочеты	Допускает много недочетов при анализе модификаций и новых средств программного обеспечения для создания нейросистем и интеллектуальных систем	Не умеет анализировать модификации и новые средства программного обеспечения для создания нейросистем и интеллектуальных систем		
	применять последние теоретические и практические достижения в области искусственного интеллекта в решении поставленных задач	Уверенно показывает умения применять последние теоретические и практические достижения в области искусственного интеллекта в решении поставленных задач	Показывает все основные умения применять последние теоретические и практические достижения в области искусственного интеллекта в решении поставленных задач, допускает мелкие недочеты	Допускает много недочетов при применении последних теоретических и практических достижений в области искусственного интеллекта в решении поставленных задач	Не умеет применять последние теоретические и практические достижения в области искусственного интеллекта в решении поставленных задач		
	владеть:						
навыками сборки и запуска модулей слоев нейронной сети в режиме обучения и тестирования	В полном объеме владеет навыками сборки и запуска модулей слоев нейронной сети в	Демонстрирует базовые навыки сборки и запуска модулей	Имеет минимальные навыки сборки и запуска модулей	Отсутствуют базовые навыки сборки и запуска модулей слоев нейронной			

			режиме обучения и тестирования	слоев нейронной сети в режиме обучения и тестирования, допускает некоторые недочеты	слоев нейронной сети в режиме обучения и тестирования, допускает некоторые недочеты	сети в режиме обучения и тестирования, допускает грубые ошибки
		навыками использования инновационного программного обеспечения для решения профессиональных задач	В полном объеме владеет навыками использования инновационного программного обеспечения для решения профессиональных задач	Демонстрирует базовые навыки использования инновационного программного обеспечения для решения профессиональных задач, допускает некоторые недочеты	Имеет минимальные навыки использования инновационного программного обеспечения для решения профессиональных задач, допускает некоторые недочеты	Отсутствуют базовые навыки использования инновационного программного обеспечения для решения профессиональных задач, допускает грубые ошибки
	ОПК-2.1	знать:				
		задачи в профессиональной сфере	На высоком уровне знает задачи в профессиональной сфере	Знает задачи в профессиональной сфере, допускает незначительные ошибки	Допускает грубые ошибки в задачах профессиональной деятельности	Не знает задачи в профессиональной сфере
		математические структуры и алгоритмы их обобщения на построение вычислительных блоков нейронных сетей	Знает математические структуры и алгоритмы их обобщения на построение вычислительных блоков нейронных сетей и интеллектуальных систем	Знает математические структуры и алгоритмы их обобщения на построение вычислительных блоков нейронных сетей, допускает незначительные ошибки	Иметь некоторые представления о математических структурах и алгоритмах их обобщения на построение вычислительных блоков нейронных сетей, допускает ошибки	Не знает математические структуры и алгоритмы их обобщения на построение вычислительных блоков нейронных сетей
		основные методы и алгоритмы глубокого обучения	Знает основные методы и алгоритмы глубокого обучения	Знает основные методы и алгоритмы глубокого обучения, допускает незначительные ошибки	Иметь некоторые представления о методах и алгоритмах глубокого обучения	Не знает методы и алгоритмы глубокого обучения нейронных сетей
		уметь:				

		составлять алгоритмы для решения	Демонстрирует высокое умение составлять алгоритмы для решения	Умеет составлять алгоритмы для решения, допускает незначительные ошибки	Допускает грубые ошибки при составлении алгоритмов для решения	Не умеет составлять алгоритмы для решения
		моделировать нейронные сети различных типов и алгоритм обратного распространения ошибки	Умеет на 85-100% моделировать нейронные сети различных типов и алгоритмы их обучения	Умеет на 70-84% моделировать нейронные сети различных типов и алгоритмы их обучения	Умеет на 55-69% моделировать нейронные сети различных типов и алгоритмы их обучения	Умеет ниже 55% моделировать нейронные сети различных типов и алгоритмы их обучения
		владеть:				
		математическим аппаратом построения нейронной сети, методами оптимизации, в том числе градиентный спуск с импульсом, алгоритм ADAM, RMSProp и т.п.	Имеет 85- 100% навыков оптимизации нейронных сетей	Имеет 70-84% навыков оптимизации нейронных сетей	Имеет 55-69% навыков оптимизации нейронных сетей	Имеет ниже 55% навыков оптимизации нейронных сетей
		технологией сборки и запуска модулей слоев нейронной сети в режиме обучения и тестирования	Имеет 85- 100% навыков сборки и запуска модулей слоев нейронной сети	Имеет 70-84% навыков сборки и запуска модулей слоев нейронной сети	Имеет 55-69% навыков сборки и запуска модулей слоев нейронной сети	Имеет ниже 55% навыков сборки и запуска модулей слоев нейронной сети
	ОПК-2.2	знать:				
		Программные средства решения профессиональных задач в сфере информационных технологий	В полном объеме знает программные средства решения профессиональных задач в сфере информационных технологий	Знает программные средства решения профессиональных задач в сфере информационных технологий, допускает незначительные ошибки	Знает программные средства решения профессиональных задач в сфере информационных технологий, допускает много ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		фреймворки глубокого обучения, такие как PyTorch и Tensorflow	Знать принципы функционирования фреймворков глубокого обучения, PyTorch и	Знает основные принципы функционирования фреймворков	Знает базовые принципы функционирования одного из фреймворков глубокого	Не знает принципов работы фреймворков глубокого обучения

			Tensorflow, их особенности	обучения, допускает незначительные ошибки	обучения, напр., PyTorch или Tensorflow, допускает много ошибок	
		уметь:				
		создавать программные средства решения задач в профессиональной сфере, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий	На высоком уровне создает программные средства решения задач в профессиональной сфере, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий	Допускает ошибки при создании программных средств решения задач в профессиональной сфере, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий	Умеет программные средства решения задач в профессиональной сфере, допускает много ошибок	Не умеет создавать программные средства решения задач в профессиональной сфере, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий
		определять инженерные методы, необходимые для исследований и решения научных задач	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными и недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
		создавать, проводить отладку программы под поставленную задачу с учетом последних теоретических и практических достижений в области искусственного интеллекта	Умеет на 85-100% создавать, и проводить отладку программы под поставленную задачу с учетом последних теоретических и практических достижений в области искусственного интеллекта и	Умеет на 70-84% создавать, и проводить отладку программы под поставленную задачу с учетом методов искусственного интеллекта и	Умеет на 55-69% создавать, и проводить отладку программы с применением искусственного интеллекта	Умеет ниже 55% создавать, и проводить отладку программы с применением искусственного интеллекта

			искусственного интеллекта	искусственно го интеллекта		
		владеть:				
		методами разработки программных средств решения задач в профессиональной сфере, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий	Продемонстрированы высокий уровень владения методами разработки программных средств решения задач в профессиональной сфере, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий	Владеет методами разработки программных средств решения задач в профессиональной сфере, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, допускает ошибки	Плохо владеет, допускает много ошибок	Уровень владений ниже минимальных требований
		методикой обзора и анализа научной литературы и технической документации	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки
		средствами создания и обучения нейронных сетей различных типов	Имеет 85- 100% навыков использования средствами создания, обучения и тестирования нейронных сетей различных типов	Имеет 70-84% навыков использования средств создания, обучения и тестирования нейронных сетей различных типов	Имеет 55-69% навыков использования средств создания, обучения и тестирования нейронных сетей различных типов	Имеет ниже 55% навыков использования средств создания, обучения и тестирования нейронных сетей различных типов

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Барский А. Б.	Введение в нейронные сети	учебное пособие	М.: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ"	2016	<a href="https://e.lanbook.com/book/100684">https://e.lanbook.com/book/100684</a>	
2	Ростовцев В. С.	Искусственные нейронные сети	учебник	СПб.: Лань	2019	<a href="https://e.lanbook.com/book/122180">https://e.lanbook.com/book/122180</a>	

#### Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Северенц Ч.	Введение в программирование на Python	учебное пособие	М.: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ"	2016	<a href="https://e.lanbook.com/book/100703">https://e.lanbook.com/book/100703</a>	
2	Хахаев И. А.	Практикум по алгоритмизации и программированию на Python	учебное пособие	М.: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ"	2016	<a href="https://e.lanbook.com/book/100377">https://e.lanbook.com/book/100377</a>	

### 5.2. Информационное обеспечение

#### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
-------	----------------------------------------------	--------

1	Электронно-библиотечная система «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Электронно-библиотечная система «book.ru»	<a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
2	Общероссийский математический портал	<a href="http://www.mathnet.ru/">http://www.mathnet.ru/</a>	<a href="http://www.mathnet.ru/">http://www.mathnet.ru/</a>
3	Платформа SpringerLink	<a href="http://www.link.springer.com">www.link.springer.com</a>	<a href="http://www.link.springer.com">www.link.springer.com</a>
4	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
5	zbMATH	<a href="http://www.zbmath.org">www.zbmath.org</a>	<a href="http://www.zbmath.org">www.zbmath.org</a>

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	«Консультант плюс»	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Visual Studio Professional 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	Лицензионное	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2014.1610 от 05.11.2014 Неискл. право. Бессрочно
2	Office Professional Plus 2007 Windows32 Russian DiskKit MVL CD	Лицензионное	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №225/10 от 28.01.2010 Неискл. право. Бессрочно
3	Windows 7 Профессиональная (SevenPro_Check)	Лицензионное	"ЗАО ""ТаксНет-Сервис"" №ПО-ЛИЦ 0000/2014 от 27.05.2014 Неискл. право. Бессрочно
4	Браузер Chrome	Свободно распространяемое	
5	LMS Moodle	Свободно распространяемое	
8	Office 365 ProPlus	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ООО "Софтлайн трейд" №

			Tr096148 от 29.09.2020 Неискл. право. До 14.09.2021
--	--	--	--------------------------------------------------------------

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	доска аудиторная (2 шт.), акустическая система, усилитель-микшер для систем громкой связи, миникомпьютер, монитор, проектор, экран настенно-потолочный, микрофон
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения практических занятий	интерактивная доска, моноблок (25 шт.)
3	Лабораторные работы	Учебная аудитория	Интерактивная доска, моноблок (25 шт.)
		Компьютерный класс с выходом в Интернет	моноблок (30 шт.), система видеонаблюдения (6 видеокамер), проектор, экран
4	Самостоятельная работа обучающегося	Читальный зал библиотеки	проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.)

## 8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www/kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о

начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);

- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);

- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;

- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;

- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

### Структура дисциплины по заочной форме обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		1
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	216	216
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	28	28
Лекции (Лек)	12	12
Практические (семинарские) занятия (Пр)	16	16
Консультации		
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)		
Контактные часы во время аттестации (КПА)		
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ</b>	188	188
Подготовка к промежуточной аттестации в форме:		
<b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b> (За – зачет, ЗО – зачет с оценкой, Э – экзамен)	Эк	Эк



**КГЭУ**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
для проведения текущего контроля  
успеваемости и промежуточной аттестации  
студентов по итогам освоения дисциплины

***Математические основы искусственного интеллекта***

---

Направление подготовки 09.04.01 — Информатика и вычислительная техника

Направленность образовательной программы

Направленность(и) (профиль(и)) Инженерия искусственного интеллекта

Квалификация магистр

Составлено автором:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Солодушкин Святослав Игоревич	Кандидат физико- математиче- ских наук, доцент	Доцент	Кафедра вычислительной математики и компьютерных наук, ИЕНиМ, УрФУ

Оценочные материалы оформлены в соответствии с ПОЛОЖЕНИЕМ О ПОРЯДКЕ РАЗРАБОТКИ И УТВЕРЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ – ПРОГРАММ БАКАЛАВРИАТА, ПРОГРАММ СПЕЦИАЛИТЕТА И ПРОГРАММ МАГИСТРАТУРЫ В КГЭУ

Оценочные материалы по дисциплине «Мат. основы искусственного интеллекта» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;

ОПК-2 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: устный опрос, тест, контрольная работа, экзамен.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 1,2 семестры. Форма промежуточной аттестации экзамен.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

## 1.Технологическая карта

### Семестр 1

Номер раздела/ темы дис- циплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы				
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично	
				не зачтено	зачтено			
				низкий	ниже среднего	средний	высокий	
Текущий контроль успеваемости								
1	Изучение литературы по теме «Норма оператора. Ортогональные системы. Метод наименьших квадратов. Спектр оператора. Сингулярное разложение». Решение домашних заданий, подготовка к тестированию и контрольной работе	УО, Т, КР	ОПК-1, ОПК-2	менее 7	7 - 9	9 - 11	11 - 12	

2	Изучение материала по теме «Билинейные и квадратичные формы. Приведение к каноническому виду», решение задач, подготовка к тестированию, к контрольной работе	УО, Т, КР	ОПК-1, ОПК-2	менее 7	7 - 8	8 - 9	9 - 10
3	Изучение литературы и решение задач по темам «Законы распределения случайных величин, встречающиеся в методах машинного обучения», подготовка к контрольной работе	УО, КР	ОПК-1, ОПК-2	менее 7	7 - 9	9 - 11	11 - 12
4	Изучение материала по темам «Нормальное распределение. Совместное нормальное распределение», выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной работе	УО, КР	ОПК-1, ОПК-2	менее 6	6 - 7	7 - 9	9 - 10
5	Изучение материала по теме «Точечные и интервальные оценки параметров распределения. Проверка статистических гипотез. Метод максимального правдоподобия», выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной работе	УО, КР	ОПК-1, ОПК-2	менее 8	8 - 10	10 - 14	14 - 16
Всего баллов				0-34	35-43	43-54	54-60
Промежуточная аттестация							

7	Подготовка к экзамену	Задания к экзамену	ОПК-1, ОПК-2	менее 20	20 - 26	27 - 30	31 - 40
<b>Итого баллов</b>				<b>0 - 54</b>	<b>55-69</b>	<b>70-84</b>	<b>85-100</b>

## Семестр 2

Текущий контроль успеваемости							
8	Изучение материала по теме «Частные производные. Вычисление частных производных ФНП. Нахождение экстремумов, условных экстремумов. Применение метода наименьших квадратов к построению приближенной функции, изучение метода градиентного спуска в задачах оптимизации», выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной работе	УО, КР	ОПК-1, ОПК-2	менее 8	8 - 8	8 - 10	10 - 12
9	Изучение материала по теме «Свертка функций. Преобразование Фурье. Обратное преобразование», выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной работе	УО, КР	ОПК-1, ОПК-2	менее 2	2 - 3	3 - 3	3 - 4
10	Выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной по теме «Линейный классификатор. Методы построения решающих функций»	УО, КР	ОПК-1, ОПК-2	менее 3	3 - 4	4 - 6	6 - 6

11	Выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной работе по теме «Линейная регрессия. Одномерная и многомерная линейная модель. Методы регуляризации»	УО, КР	ОПК-1, ОПК-2	менее 2	2 - 3	3 - 4	4 - 4
12	Выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной по теме «Наивный байесовский классификатор. Линейный дискриминант Фишера. Метод	УО, КР	ОПК-1, ОПК-2	менее 8	8 - 9	9 - 10	10 - 12
13	Изучение материала, решение задач по теме «Нейронные сети. Обучение однослойного и многослойного перцептрона. Метод обратного распространения ошибки»	УО	ОПК-1, ОПК-2	менее 3	3 - 4	4 - 6	6 - 6
14	Изучение материала, выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной работе по теме «Метрические методы классификации»	УО, КР	ОПК-1, ОПК-2	менее 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8
15	Изучение материала, выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной работе по теме «Ядерные функции. Ядерные методы. Метод опорных векторов»	УО	ОПК-1, ОПК-2	менее 2	2 - 3	3 - 4	4 - 4

16	Изучение материала по теме «Методы кластеризации». Алгоритм	УО	ОПК-1, ОПК-2	менее 2	2 - 3	3 - 4	4 - 4
Всего баллов				0-34	35-43	43-54	54-60
Промежуточная аттестация							
18	Подготовка к экзамену	Задания к экзамену	ОПК-1, ОПК-2	менее 20	20 - 26	27 - 30	31 - 40
<b>Итого баллов</b>				<b>0 - 54</b>	<b>55-69</b>	<b>70-84</b>	<b>85-100</b>

## 2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Устный опрос (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Перечень вопросов
Тест (Т)	Представляет собой систему стандартизированных заданий, чаще всего с выбором одного или нескольких вариантов ответов, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Комплект тестовых заданий
Контрольная работа (КР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач. Тематика контрольных работ устанавливается в связи с необходимостью закрепления полученных теоретических знаний на лекционных занятиях, а также применения умений и навыков, полученных на практическом занятии, умений обучающегося использовать теоретические знания при выполнении практических задач.	Комплект контрольных заданий по вариантам
Экзамен (Экз)	Экзамен является итоговой формой оценки знаний студентов, приобретённых в течение семестра обучения по дисциплине.	Перечень теоретических вопросов, комплект практических заданий

## 3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Текущий контроль самостоятельной работы студентов со стороны преподавателя осуществляется на практических занятиях с помощью тестирования и проверки домашних заданий.

Баллы, полученные в процессе текущего контроля, в оценки не переводятся, а суммируются нарастающим итогом.

Для оценки достижения базового уровня используется тестирование. Тесты представляют собой задания, которые выполняются на практических занятиях в течение 20-30 минут в конце учебной темы.

Решение задач позволяет оценить освоена ли дисциплина на базовом, продвинутом и высоком уровне.

Наименование оценочного средства	Устный опрос
----------------------------------	--------------

Представление и содержание оценочных материалов

Устный опрос – это средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

### **Тема 1. Алгебра матриц и линейные пространства.**

1. Дайте определение обратной матрицы?
2. В чем суть метода Жордана-Гаусса?
3. Дайте определение следа матрицы?
4. Как найти собственные числа и собственные векторы линейного оператора? Что такое спектр оператора?
5. Как привести матрицу линейного оператора к диагональному виду? Всегда ли это можно сделать?
6. Дайте определение евклидова пространства?
7. Каким свойством обладает ортогональная система векторов?
8. Как задается псевдодобратная матрица?
9. Дайте определение линейного подпространства. Как найти его размерность?
10. Дайте определение сингулярного разложения матрицы.

### **Тема 2. Билинейные формы. Матричное дифференцирование.**

1. Дайте определение билинейной формы. Свойства билинейной формы.
2. Дайте определение квадратичной формы.
3. Как записать квадратичную форму в матричном виде?
4. Как составить матрицу квадратичной формы?
5. Какими свойствами она обладает?
6. В чем заключается закон инерции?
7. Какими методами можно привести квадратичную форму к каноническому виду?
8. Дайте определение знакоположительной и знакоотрицательной квадратичных форм.
9. Сформулируйте критерий Сильвестра.
10. Оператор дифференцирования. Как он применяется?

### **Тема 3. Случайные величины.**

1. Дайте определение дискретной и непрерывной случайных величин.
2. Как составить закон распределения дискретной случайной величины?
3. Как можно задать распределение непрерывной случайной величины?
4. Плотность распределения, ее свойства.
5. Дайте определение условной вероятности. Запишите формулу Байеса.
6. Перечислите основные числовые характеристики случайных величин. Какими свойствами они обладают?
7. Совместное распределение. Ковариационная матрица много мерного распределения.
8. Приведите геометрическую интерпретацию значения функции совместного распределения для двух случайных величин в некоторой точке.
9. Как задается ковариация?
10. Перечислите и опишите основные законы распределения, применяемые в методах машинного обучения.

### **Тема 4. Нормальное распределение. Многомерное нормальное распределение.**

1. Дайте определение нормального распределения.
2. Какой смысл имеют параметры нормального распределения?
3. Как найти значения функции распределения в точке?
4. Как выглядит график плотности нормального распределения?

5. Запишите функцию плотности совместного нормального распределения.

#### **Тема 5. Статистический анализ. Метод максимального правдоподобия.**

1. Дайте определение оценки параметра распределения.
2. В каких случаях удобнее использовать выборочное среднее, а в каких медиану?
3. Чем отличается точечная оценка от интервальной?
4. Перечислите несмещенные оценки математического ожидания и дисперсии.
5. Дайте определение доверительного интервала.
6. Как задается уровень значимости? Что такое квантиль?
7. Что такое нулевая гипотеза?
8. Опишите ошибку первого рода и ошибку второго рода.
9. В чем суть метода максимума правдоподобия?
10. В чем суть метода моментов? Для чего применяются эти методы?

#### **Тема 8. Функции нескольких переменных. Дифференцирование функций нескольких переменных.**

1. Опишите правило нахождения частных производных функции нескольких переменных.
2. Как найти частные производные сложной функций?
3. Дайте определение градиента функции в точке. Каков его смысл?
4. Как найти производную функции в направлении некоторого вектора?
5. Как составить матрицу Якоби?
6. Сформулируйте достаточное условие локального экстремума функции.
7. Что такое условный экстремум?
8. Как составить функцию Лагранжа?
9. В чем суть метода градиентного спуска?
10. В чем суть метода наименьших квадратов?

#### **Тема 9. Свертка функций.**

1. Запишите формулу для вычисления свертки двух функций.
2. Каковы свойства свертки?
3. Сформулируйте «теорему о свертке».
4. Дайте определение ортогональной системы.
5. Как записывается ряд Фурье по ортогональной системе?
6. Что такое преобразование Фурье?
7. Что такое обратное преобразование Фурье?
8. Дайте определение автокорреляции.

#### **Раздел 6. Математические методы распознавания и прогнозирования. Темы 10 – 16.**

1. В каких случаях применяются методы распознавания, методы регрессионного анализа?
2. Что такое обобщающая способность?
3. Что такое скользящий контроль?
4. Что такое Байесовский классификатор?
5. Что такое решающая функция?
6. Опишите суть метода  $\diamond$  ближайших соседей?
7. Что такое линейный дискриминант Фишера?
8. Как определяется отступ в метрических алгоритмах классификации?
9. Как определяется функция потерь в логистической регрессии?
10. Как устроена нейронная сеть? Опишите модель искусственного нейрона.
11. Что такое многослойный перцептрон?

	<p>12. Опишите основную идею метода обратного распространения ошибки.</p> <p>13. Почему любая булева функция представима в виде нейронной сети?</p> <p>14. Опишите основную идею метода опорных векторов.</p> <p>15. Каковы цели использования кластерного анализа?</p> <p>16. Опишите суть метода главных компонент.</p> <p>17. Дайте определение ядерной функции.</p> <p>18. Опишите суть метода <math>\diamond</math> внутригрупповых средних.</p> <p>19. Что такое <math>E \diamond</math>—алгоритм, какова его основная идея?</p> <p>20. Каковы основные отличия алгоритма к средних и <math>E \diamond</math>—алгоритма?</p> <p>21. Опишите суть метода стохастического градиента.</p> <p>22. Что такое разделяющая поверхность?</p> <p>23. Каков вероятностный смысл регуляризации?</p> <p>24. Что такое сингулярное разложение? Как оно используется для решения задачи наименьших квадратов?</p> <p>25. Приведите пример метрического алгоритма классификации.</p>
<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>Максимальное количество баллов за устный опрос в течение семестра – 10 (1 семестр) и 20 (2 семестр).</p> <p><i>Высокий уровень:</i> обучающийся полно и аргументированно отвечает по содержанию задания; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, самостоятельно решить предложенные задания, требующие дополнительного анализа и поиска нужных свойств и правил; излагает материал последовательно и правильно. – 85%-100% от максимального балла;</p> <p><i>Средний уровень:</i> обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для Высокого уровня, но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет – 61%-84% от максимального балла;</p> <p><i>Ниже среднего:</i> обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но: излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил, излагает материал непоследовательно и допускает ошибки – 30%-60% от максимального балла.</p> <p><i>Низкий уровень:</i> обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл; отмечаются такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом – 0%-29% от максимального балла.</p>
<p>Наименование оценочного средства</p>	<p>Тест</p>
<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<p>Тест представляет собой систему стандартизированных заданий, чаще всего с выбором одного или нескольких вариантов ответов, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.</p> <p><b>Раздел 1.</b> Темы «Алгебра матриц. Линейные операторы» и «Билинейные формы. Матричное дифференцирование».</p> <p>1. В линейном пространстве <math>\diamond</math> (<math>\diamond</math>) многочленов степени не выше 2 над координатами действительных чисел задан базис <math>\diamond = (\diamond, \diamond, 1)</math>. Каковы <math>p_1, p_2, p_3</math> вектора <math>p(\diamond)</math> в этом базисе, если <math>p(\diamond) = 3\diamond^2 - 6\diamond + 5</math>?</p> <p>Ответ: <math>p_1 =</math> , <math>p_2 =</math> , <math>p_3 =</math> .</p> <p>2. Для произвольного вектора <math>\diamond = (\diamond_1, \diamond_2, \diamond_3)</math> выберите операторы, которые являются линейными.</p> <p>Выберите один или несколько вариантов ответов:</p> <p><math>A(\diamond) = (5\diamond_1 + 4\diamond_2, \diamond_1, \diamond_3)</math></p>

$$A(\alpha) = (\alpha_1 - \alpha_3; \alpha_2 + 5\alpha_3; \alpha_1 + 4\alpha_2);$$

$$A(\alpha) = (3\alpha_2 + \alpha_1; 0; \alpha_1 + 4\alpha_3);$$

3. Запишите матрицу линейного оператора  $A$ , если

$$A(\alpha) = (\alpha_2 - \alpha_3; \alpha_1 + \alpha_2; 5\alpha_3 - \alpha_2).$$

Ответ:  $A = ( \quad )$ .

4. Запишите матрицу перехода от базиса  $\alpha = (\alpha_1; \alpha_2; \alpha_3)$  к новому базису

$\alpha^* = (\alpha_1; \alpha_2; \alpha_3)$ , если

$$\alpha^{*1} = \alpha^1 + 2\alpha^2 - \alpha^3,$$

$$\alpha^{*2} = 3\alpha^1 + 4\alpha^2,$$

$$\alpha^{*3} = \alpha^1 - 3\alpha^2.$$

5. В базисе  $\alpha = (\alpha_1; \alpha_2; \alpha_3)$  линейный оператор задан матрицей:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 \\ 2 & -1 & 5 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Найдите образ вектора  $\alpha = 4\alpha_1 + \alpha_2 - \alpha_3$  при отображении  $A$ .

Ответ:  $A(\alpha) =$

6. Найдите собственные числа линейного оператора, заданного матрицей:

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 2 & 5 & 0 \\ 10 & -1 & 2 \end{pmatrix}.$$

В ответе запишите собственные числа в порядке возрастания:

$$\lambda_1 = \quad, \lambda_2 = \quad, \lambda_3 = \quad.$$

7. Найдите значение параметра  $p$ , при котором векторы  $a_1, a_2, a_3, a_4$  являются линейно зависимыми, если

$$a_1 = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \\ 15 \\ 5 \end{pmatrix}, a_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ -3 \\ -3 \\ -5 \end{pmatrix}, a_3 = \begin{pmatrix} 2 \\ 4 \\ 14 \\ 10 \end{pmatrix}, a_4 = \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 17 \\ p \end{pmatrix}.$$

Ответ:  $p =$

8. Запишите матрицу квадратичной формы  $\alpha = \alpha_1^2 - 2\alpha_2^2 + 7\alpha_3^2 -$

$8\alpha_1\alpha_2 + 4\alpha_2\alpha_3 + 6\alpha_1\alpha_3$ .  
Выпишите один ответ:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 & 1 & 0 & -4 & 1 & 0 & 2 & 1 & 0 & 4 \\ 0 & -2 & 4 & 0 & -2 & 8 & 0 & -2 & 4 & 0 & -2 & 8 \\ -2 & 4 & 7 & -4 & 8 & 7 & 2 & 4 & 7 & 4 & 8 & 7 \end{pmatrix}.$$

9. Найдите ранг  $r(\alpha)$  квадратичной формы  $\alpha = \alpha_1^2 - 2\alpha_2^2 + 7\alpha_3^2 - 8\alpha_1\alpha_2 + 4\alpha_2\alpha_3 + 6\alpha_1\alpha_3$ .  
Ответ:  $r(\alpha) =$

10. Установите правильную последовательность действий при нахождении собственных чисел и собственных векторов линейного оператора.

Шаги: Варианты действий:

Шаг 1 Составим характеристическое уравнение

Шаг 2 Найдем обратную матрицу

Шаг 3 Найдем действительные корни характеристического уравнения

Шаг 4 Составим матрицу линейного оператора

Для каждого собственного значения найдем ФСР однородной системы уравнений

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	Максимальная оценка за тест – 10 баллов. <i>Высокий уровень:</i> 9 – 10 баллов; <i>Средний уровень:</i> 7 до 9 баллов (меньше 9) <i>Ниже среднего:</i> 4 – 7 баллов (меньше 7) <i>Низкий уровень:</i> до 4-х баллов.
Наименование оценочного средства	<b>Контрольная работа</b>
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Контрольная работа – это средство проверки умений применять полученные знания для решения задач.</p> <p>Тематика контрольных работ устанавливается в связи с необходимостью закрепления полученных теоретических знаний на лекционных занятиях, а также применения умений и навыков, полученных на практическом занятии, умений обучающегося использовать теоретические знания при выполнении практических задач.</p> <p>Контрольная работа по Темам 1 и 2. «Алгебра матриц. Линейные операторы», «Билинейные формы. Матричное дифференцирование».</p> <p>Вариант 1.</p> <p>Дана матрица линейного оператора в базисе <math>(e_1, e_2, e_3)</math>: <math>A = \begin{pmatrix} 4 &amp; 2 &amp; 1 \\ 1 &amp; 3 &amp; 1 \\ 1 &amp; 2 &amp; 2 \end{pmatrix}</math></p> <p>Найти</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>образ вектора <math>x = 2e_1 + e_2 + 3e_3</math> при отображении <math>A</math>.</li> <li>собственные числа и собственные векторы этого оператора.</li> <li>координаты вектора <math>x = 2e_1 + e_2 + 3e_3</math> в базисе <math>(e'_1, e'_2, e'_3)</math>, если         <math display="block">\begin{cases} e'_1 = 2e_1 + e_2 - e_3, \\ e'_2 = e_1 + e_2 + 3e_3, \\ e'_3 = e_1 + e_2 + 2e_3; \end{cases}</math> </li> <li>Исследовать квадратичную форму на знакоопределенность, привести к каноническому виду:  <math display="block">x_1^2 - 3x_3^2 + 4x_1x_2 - 4x_1x_3 + 8x_2x_3</math> </li> <li>Привести к диагональному виду матрицу квадратичной формы.</li> <li>Найти ортонормированный базис по заданной линейно независимой системе векторов в пространстве <math>\mathbb{R}^4</math>: <math>a_1 = (1; 1; 0; 0)</math>, <math>a_2 = (1; 0; 1; 0)</math>, <math>a_3 = (1; 0; 0; 1)</math>, <math>a_4 = (4; 1; 1; 1)</math>.</li> </ol> <p>Вариант 2.</p> <p>Дана матрица линейного оператора в базисе <math>(e_1, e_2, e_3)</math>: <math>A = \begin{pmatrix} 3 &amp; 1 &amp; 1 \\ 0 &amp; 2 &amp; 1 \\ 0 &amp; 1 &amp; 2 \end{pmatrix}</math>.</p> <p>Найти</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>образ вектора <math>x = e_1 + 2e_2 - e_3</math> при отображении <math>A</math>;</li> <li>собственные числа и собственные векторы этого оператора;</li> <li>координаты вектора <math>x = e_1 + 2e_2 - e_3</math> в базисе <math>(e'_1, e'_2, e'_3)</math>, если         <math display="block">\begin{cases} e'_1 = e_1 - 4e_3, \\ e'_2 = e_1 + e_2 + 3e_3, \\ e'_3 = 2e_1 + 2e_2 + 5e_3; \end{cases}</math> </li> </ol>

4. Исследовать квадратичную форму на знакоопределенность, привести к каноническому виду:

$$2x_1^2 + 9x_2^2 + 2x_3^2 - 4x_1x_2 + 4x_2x_3.$$

5. Привести к диагональному виду матрицу квадратичной формы.

6. Найти ортонормированный базис по заданной линейно независимой системе векторов в  $\mathbb{R}^4$ :  $a_1 = (1, 2, 0, 0)$ ,  $a_2 = (1, 0, 1, 0)$ ,  $a_3 = (3, 1, 0, 1)$ ,  $a_4 = (1, 1, 3, 1)$ .

Контрольная работа по темам 3, 4, 5 «Случайные величины», «Нормальное распределение. Многомерное нормальное распределение», «Статистический анализ. Метод максимального правдоподобия»:

**Задача 1.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения вероятностей. Требуется: а) найти плотность распределения вероятностей; б) найти математическое ожидание, дисперсию, среднее квадратическое отклонение; в) построить график плотности распределения вероятностей.

**Задача 2.** По данным выборки составить дискретное статистическое распределение. Найти несмещенные оценки математического ожидания и дисперсии генеральной совокупности, построить статистическую функцию распределения.

**Задача 3.** По данным выборки составить статистическое распределение. Построить гистограмму частот, график накопленных частот. Вычислить несмещенные точечные оценки параметров генеральной совокупности.

**Задача 4.** Найти указанные доверительные интервалы.

**Задача 5.** По данной выборке случайной величины  $X$  построить доверительный интервал для математического ожидания (доверительную вероятность положить равной 0,95).

Вариант 1.

$$1. F_X(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 1, \\ x - 1, & 1 < x \leq 2, \\ 1, & x > 2. \end{cases}$$

2. 4; 4; 3; 5; 5; 4; 3; 4; 3; 5; 3; 4; 4; 5; 6; 3; 5; 5; 3; 4.

3. 12; 14; 8; 3; 9; 6,5; 7; 7; 6; 6; 13,6; 4,8; 12,7; 6,2; 9,3; 6,1; 2,9; 3,7; 5; 4

8,4; 5,9; 10,4; 3,8; 2; 5,4; 7,6; 3,9; 6; 11,4; 3; 6; 3; 3; 3; 4,9; 10,1; 9,5; 7,1; 4,1  
8,8; 6,2; 9,6; 10,1; 10,8; 5,9; 13,6; 12,9; 12,4; 8,3

4. Количественный признак  $X$  генеральной совокупности распределен нормально. По выборке объема  $n=121$  найдено "исправленное" среднее квадратическое отклонение  $S=2.5$ , выборочное среднее равно 12. Найдите доверительный интервал для оценки неизвестного математического ожидания  $a$ , с надежностью 0.9.

5. 1,4; 0,6; 3,6; 3,6; 3,4; 3,7; 3,7; 3,6; 5,8; 0,6; 8,3; 0,6; 5,6; 3,8; 3,4  
2,0; 3,3; 3,6; 0,6; 7,0; 1,2; 0,7; 2,1; 3,0; 7,5; 1,2; 5,1; 5,7; 4,5; 3,0.

Вариант 2.

$$1. F_X(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0, \\ x^2, & 0 < x \leq 3, \\ 1, & x > 3. \end{cases}$$

2. 12; 13; 10; 11; 12; 9; 11; 13; 14; 15; 15; 12; 12; 10; 11; 9; 8; 7; 7; 7.

3. 1; 5; 5; 14; 12,3; 9,1; 10; 4,7; 5,1; 5,3; 4,9; 3,8; 10,7; 11,3; 11; 5,8; 4,5; 2,6;  
7,4; 5,8

3,1; 4,5; 7,7; 8,3; 8; 9,2; 4; 9,4; 6,7; 6; 8; 8,4; 3,7; 2,9; 4,1; 7,3; 5; 8,2; 9; 10

11; 13,5; 12,9; 12,5; 11,6; 11,4; 10,1; 12,8; 5,1; 9.

4. Количественный признак  $X$  генеральной совокупности распределен нормально. По выборке объема  $n = 64$  найдено "исправленное" среднее квадратическое отклонение  $S = 1.9$ . Найдите доверительный интервал для оценки неизвестного математического ожидания  $a$ , с надежностью 0.95, если  $\bar{x} = 5$ .
5. 1,6; 1,5; 2,4; 2,6; 4,9; 3,2; 1,0; 0,1; 0,0; 2,8; 0,3; 2,2; 0,8; 3,2; 8,0; 0,7; 4,1; 0,2; 0,3; 0,7; 3,3; 3,4; 4,6; 0,6; 0,5; 4,2; 3,7; 0,1; 0,4; 1,2

Контрольная работа по темам 8 «Функции нескольких переменных. Дифференцирование функций нескольких переменных» и 9 «Свертка функций».

**Задачи 1.** Найдите частные производные второго порядка функции;

**Задача 2.** Найдите экстремум функции;

**Задача 3.** Найдите производную функции  $\varphi = \varphi(x, y, z)$  в точке  $M_0$  по направлению вектора  $\vec{n}$ , градиент функции в

точке

**Задача 4.** Вычислите свертку функций.

Вариант 1.

1.  $z = x^2 \cos y + y^2 \cos x - 2xy - 3$ ;
2.  $z = x^2 y + xy^2 + 4xy$ ;
3.  $u = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \vec{a} = \vec{i} + 2\vec{j} - 2\vec{k}, M_0(3; 4; 5)$ .
4.  $\varphi(x, y) = 1, \varphi(x, y) = \sin 6\varphi$ .

Вариант 2.

1.  $z = \ln(x^2 y + 3xy^2)$ ;
2.  $z = 2x^2 + 3y^2 + 4xy + 5x - 6y - 25$ ;
3.  $u = 5^{xy/z} + \arctg \sqrt{\frac{x-z}{y}}; \vec{a} = \vec{j} + \vec{k}; M_0(1; 1; 0)$ ;
4.  $\varphi(x, y) = 1, \varphi(x, y) = \sin 4\varphi$ .

Контрольная работа по разделу 7. «Математические методы распознавания и прогнозирования».

Вариант 1.

1. Рассматривается задача классификации объектов на два класса по одному признаку. Предполагается, что значение признака  $\varphi$  для объектов из двух классов распределено по нормальному закону с математическими ожиданиями 1, 12 и дисперсиями 2, 4. Требуется найти области значений признака  $\varphi$ , соответствующие отнесению объектов в каждый из двух классов байесовским классификатором, если априорные вероятности классов равны, соответственно, 0.4 и 0.6.
2. Имеется задача распознавания с 3-мя классами и 2-мя признаками. Предполагается, что с использованием линейного классификатора для каждого класса найдены линейные разделяющие функции:

$$\varphi_1(\varphi_1, \varphi_2) = 4 + 2\varphi_1 - \varphi_2, \varphi_2(\varphi_1, \varphi_2) = -2 + \varphi_1 - 3\varphi_2, \varphi_3(\varphi_1, \varphi_2) = 1 + \varphi_1 - 2\varphi_2.$$

Требуется изобразить на двумерной диаграмме области, соответствующие отнесению к классам 1, 2 и 3.

3. Предполагается, что линейный дискриминант Фишера используется для распознавания объектов из двух классов по паре признаков  $x_1$  и  $x_2$ .

Требуется вычислить вектор, задающий направление перпендикуляра к прямой, разделяющей объекты двух классов, для выборки:

Класс 1		Класс 2	
$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$
1,3	1,2	-0,7	3,5
3	2	0,7	3,6
1,5	2	-0,9	4,3
1	1	-1,3	2,6

4. Банком тестируется метод идентификации недобросовестных заёмщиков. Известно, что средний доход от одного добросовестного заёмщика составляет 10000 единиц, средняя величина потерь от одного недобросовестного заёмщика — 30000 единиц. Известно, что доля недобросовестных заёмщиков 10%. Известно несколько точек графика ROC-кривой для некоторого распознающего оператора. Требуется установить на основании всей этой информации целесообразность использования банком технологии распознавания, оценить максимальный дополнительный доход на одного заёмщика.

Чувствительность	Ложная тревога
0,56	0,05
0,7	0,09
0,8	0,11
0,91	0,19
0,93	0,3

5. Задана таблица совместных значений прогнозируемой переменной  $Y$  и объясняющей переменной  $X$ . Требуется вычислить ковариацию между  $Y$  и  $X$ , коэффициент корреляции между  $Y$  и  $X$ , коэффициенты одномерной линейной регрессии.

$Y$  17; 23.6; 28.3; 37.5; 38.6

$X$  3; 5; 7.4; 10.2; 11.3

Вариант 2.

- Имеется задача распознавания с 4-мя классами и одним признаком. Предполагается, что с использованием линейного классификатора для каждого класса найдены следующие линейные разделяющие функции:  $f_1(x) = 4.8 - 2.3x$ ,  $f_3(x) = 4.5 - 2.3x$ ,  $f_2(x) = -4.6 - 2.6x$ ,  $f_4(x) = 4.2 - 0.4x$ . Требуется изобразить на графике области, соответствующие отнесению к каждому из четырех классов.
- Предполагается, что линейный дискриминант Фишера используется для распознавания объектов из двух классов по паре признаков  $x_1$  и  $x_2$ . Требуется вычислить вектор, задающий направление перпендикуляра к прямой, разделяющей объекты двух классов:

Класс 1		Класс 2	
$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\varphi_1$	$\varphi_2$
2,3	1,8	-0,9	-3,6
3	1,9	-0,1	-3,8
3,2	2,1	0,1	2,8
3,1	0,6		

3. При проведении выборов на ряде избирательных участков производятся фальсификации результатов голосования. Посылка

наблюдателя на такой участок предотвращает фальсификации. Пусть известно несколько точек ROC-кривой для метода идентификации «грязных» участков. Требуется определить оптимальную стратегию распределения наблюдателей по участкам и максимальный выигрыш относительно стратегии равномерного распределения по участкам, если всего участков 1000, наблюдателей — 200 и доля «грязных» участков — 30%. При этом под оптимальностью понимается максимизация количества честных участков.

Чувствительность	Ложная тревога
0,86	0,11
0,9	0,31
0,2	0,32

4. Задана таблица совместных значений прогнозируемой переменной Y и объясняющей переменной X. Требуется вычислить ковариацию между Y и X, коэффициент корреляции между Y и X, коэффициенты одномерной линейной регрессии.
- |   |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|
| Y | 5.9 | 4.0 | 2.4 | 1.7 |
| X | 8.3 | 7.6 | 3.0 | 2.3 |
5. Заданы таблицы значений бинарных признаков для классов K1 и K2. Требуется найти все тупиковые тесты минимальной длины, а также указать для каждого класса по одному представительному набору, который не совпадает по признакам с тупиковым тестом. Класс 1 Класс 2
- |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| X1 | X2 | X3 | X4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | X1 | X2 | X3 | X4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах

Контрольные работы, в зависимости от сложности и количества задач, оцениваются в 20 баллов.

*Высокий уровень:*  
обучающийся демонстрирует свободное применение знаний на практике; не допускает ошибок в воспроизведении изученного материала и решении задач; материал оформлен аккуратно – 85%-100% от максимального балла за КР;

*Средний уровень:*  
обучающийся демонстрирует умение применять полученные знания на практике; в решении задач не допускает серьезных ошибок, легко устраняет определенные неточности с помощью дополнительных вопросов преподавателя; материал оформлен недостаточно аккуратно – 61%-84% от максимального балла за КР;

*Ниже среднего:*  
обучающийся демонстрирует освоение основного материала, но испытывает затруднения при решении задач и требует дополнительных дополняющих вопросов преподавателя; материал оформлен не аккуратно – 30%-60% от максимального балла за КР;

*Низкий уровень:*  
обучающийся имеет отдельные представления об изучаемом материале, но все, же большая часть не усвоена; материал оформлен не в соответствии с требованиями – 0%-29% от максимального балла за КР.

#### 4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	Экзамен
Представление и содержание оценочных	Теоретические вопросы к экзамену <u>Базовые вопросы</u>

материалов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определение линейного пространства. Линейная независимость. Базис, размерность.</li> <li>2. Дайте определение метрического пространства. Примеры метрик.</li> <li>3. Дайте определение квадратичной формы. Как составить матрицу квадратичной формы?</li> <li>4. Дайте определение сингулярного разложения матрицы.</li> <li>5. Условная вероятность. Формула Байеса.</li> <li>6. Дискретная и непрерывная случайная величина.</li> <li>7. Способы задания распределения ДСВ и НСВ. Функция распределения и функция плотности.</li> <li>8. Перечислите основные распределения дискретных случайных величин. Их числовые характеристики.</li> <li>9. Перечислите основные распределения непрерывных случайных величин. Их числовые характеристики.</li> <li>10. Нормальное распределение. Его параметры.</li> <li>11. Запишите формулы для одномерного/многомерного нормального распределения.</li> <li>12. Метод максимального правдоподобия. Привести пример применения метода.</li> <li>13. Метод наименьших квадратов.</li> <li>14. Дать определение математического ожидания, ковариации, дисперсии, коэффициента корреляций.</li> <li>15. Что такое ковариационная матрица для многомерных случайных величин?</li> <li>16. Генеральная совокупность. Точечные оценки параметров распределения.</li> <li>17. Интервальные оценки параметров распределения.</li> <li>18. Правило вычисления частных производных функции нескольких переменных. Производная по направлению, градиент функции.</li> <li>19. Что такое метод k-ближайших соседей?</li> <li>20. Основная идея метода опорных векторов.</li> <li>21. Что такое метод главных компонент?</li> </ol>
	<p><b><u>Вопросы по вышен н ой сложн ости</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сходимость по вероятности. Центральная предельная теорема.</li> <li>2. Формулировка статистических гипотез. Простые и сложные гипотезы. Нулевая и альтернативная гипотезы. Ошибки первого и второго рода. Статистический критерий, наблюдаемое значение критерия. Уровень значимости. Критические области. Мощность критерия. Теорема Неймана-Пирсона.</li> <li>3. Анализ статистических связей. Корреляционный анализ. Парный, множественный коэффициент корреляции. Ложная корреляция, частный коэффициент корреляции.</li> <li>4. Регрессионные модели. Отбор признаков, доверительные интервалы для параметров. Выбор наилучшей модели с использованием информационных критериев.</li> <li>5. Использование метода наименьших квадратов для оценки коэффициентов. Связь МНК с методом максимального правдоподобия. Оценка параметров одномерной регрессии.</li> <li>6. Поиск коэффициентов многомерной регрессии с помощью МНК. Формула для регрессионных коэффициентов. Явление мультиколлинеарности.</li> <li>7. Модель искусственного нейрона. Перцептрон Розенблатта и метод его обучения, условие сходимости.</li> <li>8. Многослойный перцептрон и его структура. Аппроксимирующая способность многослойных перцептронов. Метод обратного распространения ошибки.</li> <li>9. Построение линейных решающих функций. Условие разделимости классов. Обобщенные решающие функции.</li> </ol>

10. Задачи понижения размерности. Метод главных компонент. Линейный дискриминант Фишера.
11. Метод опорных векторов. Опорные вектора и их роль в формировании распознающего алгоритма.
12. Обобщение метода опорных векторов, позволяющее строить нелинейные разделяющие поверхности.
13. Методы кластеризации. Цели кластерного анализа. Критерии качества кластеризации. Метод k-внутригрупповых средних. Теорема о сходимости алгоритма.
14. Наивный байесовский классификатор. Обобщенный байесовский классификатор. Критерий Неймана-Пирсона.

**Примерные задачи к экзамену**

**Базовые задачи**

**Задание 1.** Исследовать функцию на экстремум  $z = x^2y + xy^2 + 4xy$ ;

**Задание 2.** Исследовать квадратичную форму на знакоопределенность, привести к каноническому виду методом ортогональных преобразований:

$$x_1^2 - 3x_3^2 + 4x_1x_2 - 4x_1x_3 + 8x_2x_3;$$

Рассматривается задача классификации объектов на два класса по одному признаку. Предполагается, что значение признака  $x$  для объектов из классов  $K_1, K_2$  распределено по закону Рэлея:

$$p(x_j | K_j) = \beta_j \exp(-\beta_j x_j^2), \quad \beta_j \geq 0, \quad j = 1, 2.$$

Пусть  $\beta_1 = 7.3$ ,  $\beta_2 = 1.3$ . Требуется найти области значений признака  $x$ , соответствующие отнесению объектов в каждый из двух классов байесовским классификатором, если априорные вероятности классов равны, соответственно, 0.3 и 0.7.

**Задачи повышенной сложности**

**Задание 1.** Вывести формулу регуляризованного решения задачи многомерной линейной регрессии через сингулярное разложение.

**Задание 2.** Вывести градиентный метод обучения в логистической регрессии.

**Задание 3.** Вывести формулу наивного байесовского классификатора для случая бинарных признаков (доказать, что он линеен).

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах

Экзамен является итоговой формой оценки знаний студентов, приобретённых в течение семестра обучения по дисциплине. Экзамен проводится в письменной форме. Студент выбирает билет, содержащий 1 вопрос из базовой части, 1 вопрос повышенной сложности и 2 практические задачи (базовой и повышенной сложности).

При выставлении баллов за ответы на задания в билете учитываются следующие критерии:

1. Правильность выполнения практических заданий.
2. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины.
3. Владение специальными терминами и использование их при ответе.
4. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы.
5. Логичность и последовательность ответа.
6. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем.

Максимальный балл за ответ на теоретический вопрос базового уровня – 5 баллов, вопрос повышенной сложности – 10 баллов.

Решение практической задачи базового уровня является обязательным элементом успешной сдачи экзамена и оценивается максимально на 10 баллов; решение

практической задачи повышенной сложности оценивается на 15 баллов. В случае неполных ответов по билету или спорной оценки задаются дополнительные вопросы из общего списка (вне зависимости от уровня освоения) по усмотрению преподавателя.

*Высокий уровень:*

от 36 до 40 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.

*Средний уровень:*

от 25 до 35 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна – две неточности в ответе.

*Ниже среднего:*

от 20 до 24 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточной логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

*Низкий уровень:*

до 19 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, о незнании процессов изучаемой предметной области, незнанием основных вопросов теории; несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы.

**Минимальное количество баллов за экзамен – 20**

**Максимальное количество баллов за экзамен – 40**