МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ядерной физики и технологий

Утверждено на заседании
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол № 25.8 от 25.08.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение в искусственный интеллект и в искусственные нейронные сети

название дисциплины

для направления подготовки

12.04.01 Приборостроение

код и название направления подготовки

образовательная программа

Неразрушающий контроль, техническая диагностика оборудования и компьютерная поддержка оператора АЭС

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2026 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – ознакомление студентов с основами науки о данных и принципами работы искусственного интеллекта, формирование умения самостоятельно разбираться в имеющихся концепциях, методах, моделях и технологиях искусственного интеллекта в плане реализации эффективных интеллектуальных систем и применять их для решения прикладных задач.

1. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Задачи дисциплины:

- показать широкие возможности свободного программного обеспечения для автоматизации инженерного труда;
- дать базовые знания по существующим архитектурам искусственных нейронных сетей;
- дать базовые знания по созданию и построению искусственных нейронных сетей;
- научить применению библиотек, пакетов и систем анализа, визуализации данных и построения моделей машинного обучения и искусственных нейронных сетей.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений и относится к профессиональному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Компьютерные технологии в анализе данных», «Информатика», «Линейная алгебра».

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Методы и алгоритмы технической диагностики АЭС».

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре.

4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-6.1	Способен применять современные методы, технологии и математические алгоритмы интеллектуального анализа данных для решения задач технической диагностики	Знать: ● Специфику машинного обучения, связанную с проблемами вычислительной эффективности и переобучения ● типологию задач обучения по прецедентам ● основные задачи обучения по
ПК-6.3	Готов применять методы системного анализа для	

	подготовки и обоснования выводов о состоянии системы управления качеством продукции	прецедентам: классификация, кластеризация, регрессия, понижение размерности, и методы их решения Уметь: ● Применять технологии, методы и инструментальные средства обработки больших данных ● Применять на практике основные математические модели в области специализации применять перспективные методы индуктивного обучения, анализировать достоинства, недостатки и границы применимости используемых методов Владеть: ● Языком программирования Python ● Инструментами data science – jupyter notebook, jupyter lab, PyCharm. Python–фреймворками и библиотеками анализа данных, их визуализации и машинного обучения – Pandas, Numpy, Sklearn.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	**Количество часов на вид работы:**
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия ***(всего)***	32
В том числе:	
лекции	16
практические занятия	16
лабораторные занятия	
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
зачет	
Самостоятельная работа обучающихся	
Самостоятельная работа обучающихся	40
Всего (часы):	**72**
Всего (зачетные единицы):	**2**

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. ***Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)***

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебной работы				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1-2	**1. Введение**	2	2			
1	1. Постановка задач обучения по прецедентам.	2				
2	2. Типы шкал.Типы задач.		2			
3-4	**2. Обучение без учителя**	2	2			
3	1. Кластеризация	2				
4	2. Нейронные сети Кохонена. Таксономия.		2			
5-6	**3. Метрические методы классификации**	2	2			
5	1. Метод ближайших соседей (kNN) и его обобщения.		2			
6	2. Метод окна Парзена.Метрические методы классификации в задаче восстановления регрессии. Обнаружение выбросов.	2				
7-8	**4. Логические методы классификации и решающие деревья**	2	2			
7	1. Понятия закономерности и информативности	2				
8	2. Градиентный алгоритм синтеза конъюнкций, частные случаи. Решающие деревья для задач классификации и регрессии		2			
9-10	**5. Градиентные линейные методы классификации**	2	2			
9	1. Линейный классификатор.Метод стохастического градиента и частные случаи.		2			
10	2. Метод стохастического среднего градиента SAG. Настройка порога решающего правила по критерию числа	2				

	ошибок I и II рода.Метрики.					
11-12	**6. Метод опорных векторов**	2	2			
11	1. Оптимальная разделяющая гиперплоскость.	2				
12	2. Понятие опорных векторов.		2			
13-14	**7. Многомерная линейная регрессия**	2	2			
13	1. Метод наименьших квадратов.	2				
14	2. Сингулярное разложение. Гребневая регрессия. Лассо Тибширани, сравнение с гребневой регрессией.		2			
15	**8. Композиционные методы классификации и регрессии**		2			
15	1. Линейные композиции, бустинг. Стохастические методы.		2			
16	**9. Байесовские методы классификации**	2				
16	1. Оптимальный байесовский классификатор. Ошибки I и II рода. Теорема об оптимальности байесовского классификатора. Наивный байесовский классификатор.	2				
	Итого за 1 семестр:	16	16			40

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная контактная работа, СРО – самостоятельная работа.

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

Неделя	**Наименование раздела / темы дисциплины**	**Содержание**
1-2	**1. Введение**	
1	1. Постановка задач обучения по прецедентам.	Постановка задач обучения по прецедентам. Объекты и признаки.
2	2. Типы шкал. Типы задач.	Типы шкал: бинарные, номинальные, порядковые, количественные. Типы задач: классификация, регрессия, прогнозирование, кластеризация. Примеры прикладных задач. Основные понятия.
3-4	**2. Обучение без учителя**	

3	1. Кластеризация	Кластеризация Постановка задачи кластеризации. Примеры прикладных задач. Типы кластерных структур. Графовые алгоритмы кластеризации. Выделение связных компонент. Кратчайший незамкнутый путь. Алгоритм ФОРЭЛ. Функционалы качества кластеризации. Статистические алгоритмы: EM-алгоритм и Алгоритм k средних (k-means).
4	2. Нейронные сети Кохонена. Таксономия.	Сети Кохонена. Нейронная сеть Кохонена. Конкурентное обучение, стратегии WTA и WTM. Самоорганизующаяся карта Кохонена. Применение для визуального анализа данных. Искусство интерпретации карт Кохонена. Сети встречного распространения, их применение для кусочнопостоянной и гладкой аппроксимации функций. Таксономия. Агломеративная кластеризация, Алгоритм Ланса-Вильямса и его частные случаи. Алгоритм построения дендрограммы. Определение числа кластеров. Свойства сжатия/растяжения, монотонности и редуктивности.
5-6	**3. Метрические методы классификации**	
5	1. Метод ближайших соседей (kNN) и его обобщения.	Метод ближайших соседей (kNN) и его обобщения. Подбор числа k по критерию скользящего контроля.
6	2. Метод окна Парзена.Метрические методы классификации в задаче восстановления регрессии. Обнаружение выбросов.	Метод окна Парзена. Метрические методы классификации в задаче восстановления регрессии. Обнаружение выбросов.
7-8	**4. Логические методы классификации и решающие деревья**	
7	1. Понятия закономерности и информативности	Понятия закономерности и информативности Понятие логической закономерности. Эвристическое, статистическое, энтропийное определение информативности. Асимптотическая эквивалентность статистического и энтропийного определения. Сравнение областей эвристических и статистических закономерностей. Разновидности закономерностей: конъюнкции пороговых предикатов (гиперпараллелепипеды), синдромные правила, шары, гиперплоскости.
8	2. Градиентный алгоритм синтеза конъюнкций, частные случаи. Решающие деревья для задач классификации и регрессии	Градиентный алгоритм синтеза конъюнкций, частные случаи: жадный алгоритм, стохастический локальный поиск, стабилизация, редукция. Бинаризация

		признаков. Решающие деревья для задач классификации и регрессии.
9-10	**5. Градиентные линейные методы классификации**	
9	1. Линейный классификатор. Метод стохастического градиента и частные случаи.	Линейный классификатор, непрерывные аппроксимации пороговой функции потерь. Связь с методом максимума правдоподобия. Метод стохастического градиента и частные случаи: адаптивный линейный элемент ADALINE, персептрон Розенблатта, правило Хэбба. Теорема Новикова о сходимости. Доказательство теоремы Новикова. Эвристики: инициализация весов, порядок предъявления объектов, выбор величины градиентного шага, "выбивание" из локальных минимумов.
10	2. Метод стохастического среднего градиента SAG. Настройка порога решающего правила по критерию числа ошибок I и II рода. Метрики.	Метод стохастического среднего градиента SAG. Проблема мультиколлинеарности и переобучения, редукция весов (weight decay). Байесовская регуляризация. Принцип максимума совместного правдоподобия данных и модели. Квадратичный (гауссовский) и лапласовский регуляризаторы. Настройка порога решающего правила по критерию числа ошибок I и II рода. Кривая ошибок (ROC curve). Алгоритм эффективного построения ROC-кривой. Градиентный метод максимизации AUC.
11-12	**6. Метод опорных векторов**	
11	1. Оптимальная разделяющая гиперплоскость.	Оптимальная разделяющая гиперплоскость. Понятие зазора между классами (margin). Случаи линейной разделимости и отсутствия линейной разделимости. Связь с минимизацией регуляризованного эмпирического риска. Кусочно -линейная функция потерь. Задача квадратичного программирования и двойственная задача.
12	2. Понятие опорных векторов.	Понятие опорных векторов. Рекомендации по выбору константы C. Функция ядра (kernel functions), спрямляющее пространство, теорема Мерсера. Способы конструктивного построения ядер. Примеры ядер. Обучение SVM методом активных ограничений. SVM - регрессия. Метод релевантных векторов RVM. Регуляризации для отбора признаков: LASSO SVM, Elastic Net SVM, SFM, RFM.
13-14	**7. Многомерная линейная регрессия**	
13	1. Метод наименьших квадратов.	Метод наименьших квадратов, его вероятностный смысл и геометрический смысл.

14	2. Сингулярное разложение. Гребневая регрессия. Лассо Тибширани, сравнение с гребневой регрессией.	Сингулярное разложение. Проблемы мультиколлинеарности и переобучения. Регуляризация. Гребневая регрессия. Лассо Тибширани, сравнение с гребневой регрессией. Метод главных компонент и декоррелирующее преобразование Карунена - Лоэва, его связь с сингулярным разложением.
15	**8. Композиционные методы классификации и регрессии**	
15	1. Линейные композиции, бустинг. Стохастические методы.	Линейные композиции, бустинг Основные понятия: базовый алгоритм (алгоритмический оператор), корректирующая операция. Взвешенное голосование. Алгоритм AdaBoost. Процесс последовательного обучения базовых алгоритмов. Теорема о сходимости бустинга. Базовые алгоритмы в бустинге. Решающие пни. Градиентный бустинг. Стохастические методы. Стохастические методы: бэггинг и метод случайных подпространств. Случайные леса.
16	**Раздел 9. Байесовские методы классификации**	
16	1. Оптимальный байесовский классификатор. Ошибки I и II рода. Теорема об оптимальности байесовского классификатора. Наивный байесовский классификатор.	Оптимальный байесовский классификатор Принцип максимума апостериорной вероятности. Функционал среднего риска. Ошибки I и II рода. Теорема об оптимальности байесовского классификатора. Оценивание плотности распределения: три основных подхода. Наивный байесовский классификатор.

Практические/семинарские занятия

Неделя	**Наименование раздела / темы дисциплины**	**Содержание**
1-2	**1. Введение**	
1	1. Постановка задач обучения по прецедентам.	Постановка задач обучения по прецедентам. Объекты и признаки.
2	2. Типы шкал.Типы задач.	Типы шкал: бинарные, номинальные, порядковые, количественные. Типы задач: классификация, регрессия, прогнозирование, кластеризация. Примеры прикладных задач. Основные понятия.
3-4	**2. Обучение без учителя**	

3	1. Кластеризация	Кластеризация Постановка задачи кластеризации. Примеры прикладных задач. Типы кластерных структур. Графовые алгоритмы кластеризации. Выделение связных компонент. Кратчайший незамкнутый путь. Алгоритм ФОРЭЛ. Функционалы качества кластеризации. Статистические алгоритмы: EM-алгоритм и Алгоритм k средних (k-means).
4	2. Нейронные сети Кохонена. Таксономия.	Сети Кохонена. Нейронная сеть Кохонена. Конкурентное обучение, стратегии WTA и WTM. Самоорганизующаяся карта Кохонена. Применение для визуального анализа данных. Искусство интерпретации карт Кохонена. Сети встречного распространения, их применение для кусочнопостоянной и гладкой аппроксимации функций. Таксономия. Агломеративная кластеризация, Алгоритм Ланса-Вильямса и его частные случаи. Алгоритм построения дендрограммы. Определение числа кластеров. Свойства сжатия/растяжения, монотонности и редуктивности.
5-6	**3. Метрические методы классификации**	
5	1. Метод ближайших соседей (kNN) и его обобщения.	Метод ближайших соседей (kNN) и его обобщения. Подбор числа k по критерию скользящего контроля.
6	2. Метод окна Парзена.Метрические методы классификации в задаче восстановления регрессии. Обнаружение выбросов.	Метод окна Парзена. Метрические методы классификации в задаче восстановления регрессии. Обнаружение выбросов.
7-8	**4. Логические методы классификации и решающие деревья**	
7	1. Понятия закономерности и информативности	Понятия закономерности и информативности Понятие логической закономерности. Эвристическое, статистическое, энтропийное определение информативности. Асимптотическая эквивалентность статистического и энтропийного определения. Сравнение областей эвристических и статистических закономерностей. Разновидности закономерностей: конъюнкции пороговых предикатов (гиперпараллелепипеды), синдромные правила, шары, гиперплоскости.
8	2. Градиентный алгоритм синтеза конъюнкций, частные случаи. Решающие деревья для задач классификации и регрессии	Градиентный алгоритм синтеза конъюнкций, частные случаи: жадный алгоритм, стохастический локальный поиск, стабилизация, редукция. Бинаризация

		признаков. Решающие деревья для задач классификации и регрессии.
9-10	**5. Градиентные линейные методы классификации**	
9	1. Линейный классификатор. Метод стохастического градиента и частные случаи.	Линейный классификатор, непрерывные аппроксимации пороговой функции потерь. Связь с методом максимума правдоподобия. Метод стохастического градиента и частные случаи: адаптивный линейный элемент ADALINE, персептрон Розенблатта, правило Хэбба. Теорема Новикова о сходимости. Доказательство теоремы Новикова. Эвристики: инициализация весов, порядок предъявления объектов, выбор величины градиентного шага, "выбивание" из локальных минимумов.
10	2. Метод стохастического среднего градиента SAG. Настройка порога решающего правила по критерию числа ошибок I и II рода. Метрики.	Метод стохастического среднего градиента SAG. Проблема мультиколлинеарности и переобучения, редукция весов (weight decay). Байесовская регуляризация. Принцип максимума совместного правдоподобия данных и модели. Квадратичный (гауссовский) и лапласовский регуляризаторы. Настройка порога решающего правила по критерию числа ошибок I и II рода. Кривая ошибок (ROC curve). Алгоритм эффективного построения ROC-кривой. Градиентный метод максимизации AUC.
11-12	**6. Метод опорных векторов**	
11	1. Оптимальная разделяющая гиперплоскость.	Оптимальная разделяющая гиперплоскость. Понятие зазора между классами (margin). Случаи линейной разделимости и отсутствия линейной разделимости. Связь с минимизацией регуляризованного эмпирического риска. Кусочно -линейная функция потерь. Задача квадратичного программирования и двойственная задача.
12	2. Понятие опорных векторов.	Понятие опорных векторов. Рекомендации по выбору константы C. Функция ядра (kernel functions), спрямляющее пространство, теорема Мерсера. Способы конструктивного построения ядер. Примеры ядер. Обучение SVM методом активных ограничений. SVM - регрессия. Метод релевантных векторов RVM. Регуляризации для отбора признаков: LASSO SVM, Elastic Net SVM, SFM, RFM.
13-14	**7. Многомерная линейная регрессия**	
13	1. Метод наименьших квадратов.	Метод наименьших квадратов, его вероятностный смысл и геометрический смысл.

14	2. Сингулярное разложение. Гребневая регрессия. Лассо Тибширани, сравнение с гребневой регрессией.	Сингулярное разложение. Проблемы мультиколлинеарности и переобучения. Регуляризация. Гребневая регрессия. Лассо Тибширани, сравнение с гребневой регрессией. Метод главных компонент и декоррелирующее преобразование Карунена - Лоэва, его связь с сингулярным разложением.
15	**8. Композиционные методы классификации и регрессии**	
15	1. Линейные композиции, бустинг. Стохастические методы.	Линейные композиции, бустинг Основные понятия: базовый алгоритм (алгоритмический оператор), корректирующая операция. Взвешенное голосование. Алгоритм AdaBoost. Процесс последовательного обучения базовых алгоритмов. Теорема о сходимости бустинга. Базовые алгоритмы в бустинге. Решающие пни. Градиентный бустинг. Стохастические методы. Стохастические методы: бэггинг и метод случайных подпространств. Случайные леса.
16	**9. Байесовские методы классификации**	
16	1. Оптимальный байесовский классификатор. Ошибки I и II рода. Теорема об оптимальности байесовского классификатора. Наивный байесовский классификатор.	Оптимальный байесовский классификатор Принцип максимума апостериорной вероятности. Функционал среднего риска. Ошибки I и II рода. Теорема об оптимальности байесовского классификатора. Оценивание плотности распределения: три основных подхода. Наивный байесовский классификатор.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Посещение лекционных занятий и конспектирование рассматриваемых на них материалов является недостаточным условием для усвоения необходимых знаний по предмету. Каждый студент должен индивидуально готовиться по темам дисциплины, читая конспекты лекций и рекомендуемую литературу, заучивая базовые определения, классификации, схемы и типологии. Самостоятельная работа позволяет студенту в спокойной обстановке подумать, разобраться с информацией по теме, при необходимости обратиться к справочной литературе. Внимательное чтение и повторение прочитанного помогает в полном объеме усвоить содержание темы, структурировать знания.

Чтобы содержательная информация по дисциплине запоминалась надолго, целесообразно изучать ее поэтапно - по темам и в строгой последовательности, поскольку последующие темы, как правило, опираются на предыдущие. Именно поэтому большая часть самостоятельной работы приурочена к практическим занятиям. При подготовке к семинарам

целесообразно прочитать материал изучаемой темы, попытавшись разобраться со всеми теоретическими положениями и примерами. Если возникли трудности, обратиться за помощью к учебной, справочной литературе или к преподавателю за консультацией.

Для получения более глубоких и устойчивых знаний студентам рекомендуется изучать дополнительную литературу, список которой приведен в рабочей программе дисциплины.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: поисковые сайты, электронные библиотеки.

1. Рашка, С. Python и машинное обучение [Электронный ресурс] : руководство / С. Рашка ; пер. с англ. Логунова А.В.. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 418 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/100905. — Загл. с экрана.
2. Hastie, T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. — 2nd ed. — Springer-Verlag, - 2009. https://web.stanford.edu/~hastie/Papers/ESLII.pdf…

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 1 семестр			
1.	Разделы 1, 2, 3, 4, 5	ПК-6.1, ПК-6.3	Контрольная работа
2.	Разделы 6,7,8,9	ПК-6.1, ПК-6.3	Контрольная работа
Промежуточная аттестация, 1 семестр			
	зачет		Вопросы на зачет

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
- Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
- Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:
  - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
  - контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	**Неделя**	**Балл**	
		Минимум*	Максимум**
Текущая аттестация	**1-16**	**36 - 60% от максимума**	**60**
Контрольная точка № 1	**7-8**	**18 (60% от 30)**	**30**
Контрольная работа	1-6	60% от М1	М1
Контрольная точка № 2	**15-16**	**18 (60% от 30)**	**30**
Контрольная работа	9-14	60% от Т1	Т1
Промежуточная аттестация	**-**	**24 – (60% 40)**	**40**
Зачет	-	60% от КР	КР
ИТОГО по дисциплине		**60**	**100**

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных обучающимся при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

Сумма баллов	***Оценка по 4-х балльной шкале***	***Оценка ECTS***	***Требования к уровню освоения учебной дисциплины***
90-100	*5- «отлично»/ «зачтено»*	A	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
85-89	4 - *«хорошо»/ «зачтено»*	B	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу

70-84		C	излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
65-69	*3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»*	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
60-64		*E*	
0-59	2 - *«неудовлетворительно»/ «не зачтено»*	*F*	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. Рашка, С. Python и машинное обучение [Электронный ресурс] : руководство / С. Рашка ; пер. с англ. Логунова А.В.. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 418 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/100905. — Загл. с экрана.
2. Hastie, T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. — 2nd ed. — Springer-Verlag, - 2009.
https://web.stanford.edu/~hastie/Papers/ESLII.pdf

б) дополнительная учебная литература:

1. Северенс, Ч. Введение в программирование на Python / Ч. Северенс. - 2-е изд., испр. – Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 231 с. : схем., ил.; [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429184

10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Пример:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: [Электронный ресурс] URL: http://elibrary.ru (Дата обращения: 10.05.2020).

2.Электронно-библиотечная система издательство "Лань": [Электронный ресурс] URL: www.e.lanbook.com (Дата обращения: 10.05.2020).

3.Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ": [Электронный ресурс] URL: www.library.mephi.ru (Дата обращения: 10.05.2020).

4.E-learning for Nuclear Newcomers [Электронный ресурс] URL:

https://www.iaea.org/topics/infrastructure-development/e-learning-for-nuclear-newcomers (Дата обращения: 10.05.2020).

5.Росатом [Электронный ресурс] URL:http://www.rosatom.ru (Дата обращения: 10.05.2020).

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практикум	Методические указания по выполнению лабораторных работ в УМК дисциплины.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешенном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

1) Создание и управление классами,
2) Создание курсов,
3) Организация записи учащихся на курс,
4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
5) Публикация заданий для учеников,
6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское

редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

12.1. Перечень информационных технологий

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- проведение лекций и практических занятийс использованием слайд-презентаций;
- использование обучающих видеофильмов;
- использование текстового редактора Microsoft Word;
- использование табличного редактора Microsoft Excel;
- использование текстового редактора NoteBook (Блокнот);
- использование компьютерного тестирования;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и ЭИОС.
- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Интерактивное общение с помощью программы skype, zoom, google meet.
- Использование электронных презентаций при проведении практических занятий. Использование слайд-презентаций при проведении лекционных занятий.

12.2. Перечень программного обеспечения

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Табличный редактор Microsoft Excel;
3. Редактор презентаций Microsoft PowerPoint;
4. Текстовый редактор NoteBook (Блокнот);
5. Браузеры: Google Chrome, Internet Explorer, Yandex, Mozilla Firefox, Opera.
6. Локальная компьютерная сеть и глобальная сеть Интернет.
7. Дистрибутив языков программирования Python и R – Anaconda
8. Инструмент Python–разработчика JetBrains PyCharm
9. Инструмент для анализа данных Jupyter Notebook

12.3. Перечень информационных справочных систем

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий:

1) Информационные ресурсы Сети Консультант Плюс, www.consultant.ru (информация нормативно-правового характера на основе современных компьютерных и телекоммуникационных технологий);
2) Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe7C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK;
3) ЭБС «Издательства Лань», https://e.lanbook.com/;

4) Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary);
5) Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» www.studentlibrary.ru;
6) Электронно-библиотечная система «Айбукс.ру/ibooks.ru»,
7) http://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf
8) Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», http://urait.ru/.

13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для проведения лекций:

- аудитория, оснащенная компьютером, проектором для демонстрации презентаций, программное лицензионное обеспечение.

Для проведения лабораторных работ:

- учебно-исследовательские лаборатории отделения ядерной физики и технологий, в которых имеется необходимая компьютерная техника, установки и стенды, воспроизводящие и имитирующие различные системы управления, контроля и диагностики.
- Компьютерный класс с операционной системой Windows/Linux, учебный класс с экраном и проектором.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1	Таксономия	Лекция	1	Круглый стол, дискуссия, дебаты как форма консультирования студентов.
2	Метод стохастического градиента	практические занятия	2	Мозговой штурм, case-study (коллективный анализ конкретных ситуаций, ситуационный анализ) при поиске вариантов решения задач, сформулированных в проектных заданиях.
3	Оптимальная разделяющая гиперплоскость	практические занятия	2	Мастер классы, тренинги и симуляции, которые организуют студенты.

14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки

Список вопросов для самостоятельной работы

1. Постановка задач обучения по прецедентам.
2. Типы шкал: бинарные, номинальные, порядковые, количественные.
3. Типы задач: классификация, регрессия, прогнозирование, кластеризация. Примеры прикладных задач.
4. Постановка задачи кластеризации. Примеры прикладных задач.
5. Типы кластерных структур. Графовые алгоритмы кластеризации. Выделение связных компонент.
6. Кратчайший незамкнутый путь. Алгоритм ФОРЭЛ.
7. Функционалы качества кластеризации
8. Статистические алгоритмы: EM-алгоритм и Алгоритм k средних (k-means).
9. Нейронная сеть Кохонена. Конкурентное обучение, стратегии WTA и WTM
10. Самоорганизующаяся карта Кохонена. Применение для визуального анализа данных.
11. Искусство интерпретации карт Кохонена. Сети встречного распространения, их применение для кусочнопостоянной и гладкой аппроксимации функций
12. Агломеративная кластеризация, Алгоритм Ланса-Вильямса и его частные случаи.
13. Алгоритм построения дендрограммы. Определение числа кластеров. Свойства сжатия/растяжения, монотонности и редуктивности
14. Метод ближайших соседей (kNN) и его обобщения. Подбор числа k по критерию скользящего контроля.
15. Метод окна Парзена.
16. Метрические методы классификации в задаче восстановления регрессии. Обнаружение выбросов.
17. Понятия закономерности и информативности. Понятие логической закономерности. Эвристическое, статистическое, энтропийное определение информативности.
18. Асимптотическая эквивалентность статистического и энтропийного определения. Сравнение областей эвристических и статистических закономерностей.
19. Разновидности закономерностей: конъюнкции пороговых предикатов (гиперпараллелепипеды), синдромные правила, шары, гиперплоскости.
20. Градиентный алгоритм синтеза конъюнкций, частные случаи: жадный алгоритм, стохастический локальный поиск, стабилизация, редукция. Бинаризация признаков.
21. Решающие деревья для задач классификации и регрессии.
22. Линейный классификатор, непрерывные аппроксимации пороговой функции потерь. Связь с методом максимума правдоподобия.
23. Метод стохастического градиента и частные случаи: адаптивный линейный элемент ADALINE, персептрон Розенблатта, правило Хэбба.
24. Теорема Новикова о сходимости. Доказательство теоремы Новикова.
25. Эвристики: инициализация весов, порядок предъявления объектов, выбор величины градиентного шага, "выбивание" из локальных минимумов.
26. Метод стохастического среднего градиента SAG.
27. Проблема мультиколлинеарности и переобучения, редукция весов (weight decay).

28. Байесовская регуляризация. Принцип максимума совместного правдоподобия данных и модели. Квадратичный (гауссовский) и лапласовский регуляризаторы.

29. Настройка порога решающего правила по критерию числа ошибок I и II рода.

30. Кривая ошибок (ROC curve). Алгоритм эффективного построения ROC-кривой. Градиентный метод максимизации AUC.

31. . Понятие опорных векторов. Рекомендации по выбору константы C. Функция ядра (kernel functions), спрямляющее пространство, теорема Мерсера.

32. Способы конструктивного построения ядер. Примеры ядер. Обучение SVM методом активных ограничений.

33. SVM - регрессия. Метод релевантных векторов RVM. Регуляризации для отбора признаков: LASSO SVM, Elastic Net SVM, SFM, RFM.

34. Метод наименьших квадратов, его вероятностный смысл и геометрический смысл.

35. Сингулярное разложение. Проблемы мультиколлинеарности и переобучения. Регуляризация.

36. . Гребневая регрессия. Лассо Тибширани, сравнение с гребневой регрессией.

37. Метод главных компонент и декоррелирующее преобразование Карунена - Лоэва, его связь с сингулярным разложением.

38. Линейные композиции, бустинг Основные понятия: базовый алгоритм (алгоритмический оператор), корректирующая операция. Взвешенное голосование.

39. Алгоритм AdaBoost. Процесс последовательного обучения базовых алгоритмов.

40. Теорема о сходимости бустинга. Базовые алгоритмы в бустинге. Решающие пни. Градиентный бустинг.

41. Стохастические методы: бэггинг и метод случайных подпространств. Случайные леса.

42. Оптимальный байесовский классификатор. Принцип максимума апостериорной вероятности. Функционал среднего риска.

43. Ошибки I и II рода. Теорема об оптимальности байесовского классификатора.

44. Оценивание плотности распределения: три основных подхода.

45. Наивный байесовский классификатор.

14.3. Краткий терминологический словарь

Машинное обучение (англ. machine learning, ML) — класс методов искусственного интеллекта, характерной чертой которых является не прямое решение задачи, а обучение в процессе применения решений множества сходных задач. Для построения таких методов используются средства математической статистики, численных методов, методов оптимизации, теории вероятностей, теории графов, различные техники работы с данными в цифровой форме.

Различают два типа обучения. Обучение по прецедентам, или индуктивное обучение, основано на выявлении эмпирических закономерностей в данных. Дедуктивное обучение предполагает формализацию знаний экспертов и их перенос в компьютер в виде базы знаний. Дедуктивное обучение принято относить к области экспертных систем, поэтому термины машинное обучение и обучение по прецедентам можно считать синонимами.

Многие методы индуктивного обучения разрабатывались как альтернатива классическим статистическим подходам. Многие методы тесно связаны с извлечением информации (англ. information extraction), интеллектуальным анализом данных (data mining).

Обучение с учителем — для каждого прецедента задаётся пара «ситуация, требуемое решение».

Обучение без учителя — для каждого прецедента задаётся только «ситуация», требуется

сгруппировать объекты в кластеры, используя данные о попарном сходстве объектов, и/или понизить размерность данных.

Обучение с подкреплением — для каждого прецедента имеется пара «ситуация, принятое решение».

Бустинг (англ. boosting — улучшение) — это процедура последовательного построения композиции алгоритмов машинного обучения, когда каждый следующий алгоритм стремится компенсировать недостатки композиции всех предыдущих алгоритмов.

Big Data – термин подразумевает две трактовки. С одной стороны, это собственно большие объемы данных, с другой – совокупность технологий, которые имеют дело с незаурядными по интенсивности и объему потоками данных. В частности, это технологии работы с быстро поступающей информацией, когда требуется обрабатывать параллельно и в реальном времени большие массивы данных, в том числе слабо структурированных. Когда говорят о Big Data, подразумевают три аспекта (три V):

- Volume – большой объем данных;
- Variety – разнообразие данных;
- Velocity – необходимость обрабатывать данные очень быстро.

15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.
Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)
С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополни-тельной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае обучающийся предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время

подготовки на зачете может быть увеличено.

Для **лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литера-туры и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия обучающийся может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия обучающийся должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем обучающийся в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составили:

доцент отд. ЯФиТ, к.т.н., П.А. Белоусов
старший преподаватель отд. ЯФиТ, Д.А. Распопов

Рецензенты:

профессор отд. ИКС, д.ф.-м.н, С.О. Старков
доцент отд. ИКС, к.т.н, О.А. Мирзеабасов