Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА КИБЕРНЕТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИИКС

Протокол № 8/1/2025

от 25.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

Направление подготовки (специальность) [1] 09.03.04 Программная инженерия

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки, час.	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	3-4	108-144	16	16	16		24-42	0	Э
Итого	3-4	108-144	16	16	16	8	24-42	0	

АННОТАЦИЯ

Машинное обучение является современным подходом к созданию систем, которые в процессе работы способны вырабатывать решения не по заранее запрограммированным правилам, а на основе предварительного анализа располагаемых данных. Применение методов машинного обучения позволяет создавать интеллектуальные системы управления, распознавания образов, прогнозирования во всех сферах деятельности человека. В курсе студенты знакомятся с основами машинного обучения: постановкой задачи обучения, подготовкой данных, принципами обучения и принятия решения, подходами к организации обучения и валидации результатов, методами и алгоритмами классификации и кластеризации данных. Теоретические основы машинного обучения закрепляются на лабораторных занятиях и используются при выполнении самостоятельного исследования в рамках индивидуальной курсовой работы.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Машинное обучение» является овладение будущими специалистами теоретическими знаниями и практическими подходами к построению систем, способных принимать адекватные интеллектуальные решения, сравнимые по качеству и точности с решениями, которые принимает человек. Необходимость создания таких систем возрастает. В то же время растет и возможность их реализации в связи с развитием технологической основы вычислительных систем и средств коммуникаций. Изучение основных задач машинного обучения, методов их решения, алгоритмического и программного обеспечения необходимо будущим специалистам в области программной инженерии при создании современных программных систем, предназначенных для интеллектуальной обработки больших объемов данных в условиях неполноты или отсутствия их формального описания.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Машинное обучение» относится к общенаучному циклу М1 образовательной программы и является обязательной для магистранта. Дисциплина требует от слушателя общематематической подготовки по дискретной математике, математическому анализу, линейной алгебре, дифференциальным уравнениям, методам оптимизации, а также углубленного знания теории вероятностей и математической статистики. Полученные знания могут быть применены студентами в процессе обучения при выполнении текущей научно-исследовательской и выпускной работ. Дисциплина формирует систему базовых понятий, необходимых для специалиста в области программной инженерии, прикладной математики и информатики, способствует выработке профессиональных решений практических задач.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
производственно-технологический			
- освоение и применение средств автоматизированного проектирования, разработки, тестирования и сопровождения программного обеспечения; - освоение и применение методов и инструментальных средств управления инженерной деятельностью и процессами жизненного цикла программного обеспечения; - использование типовых методов для контроля, оценки и обеспечения качества программной продукции; - обеспечение соответствия разрабатываемого программного обеспечения и технической документации российским и международным стандартам, техническим условиям, ведомственным нормативным документам и стандартам предприятия; - участие в процессах разработки	- программный продукт (создаваемое программное обеспечение) - процессы жизненного цикла программного продукта - методы и инструменты разработки программного продукта	ПК-3.2 [1] - Способен применять методы машинного обучения, включая глубокое обучение *Основание:* Профессиональный стандарт: 06.001	З-ПК-3.2[1] - Знать методы машинного обучения, включая глубокое обучение; У-ПК-3.2[1] - Уметь применять методы машинного обучения, включая глубокое обучение; В-ПК-3.2[1] - Владеть методами машинного обучения, включая глубокое обучение

программного обеспечения			
проектный			
- участие в проектировании компонентов программного продукта в объеме, достаточном для их конструирования в рамках поставленного задания; - создание компонент программного обеспечения (кодирование, отладка, модульное и интеграционное тестирование); - выполнение измерений и рефакторинг кода в соответствии с планом; - участие в интеграции компонент программного продукта; - разработка тестового окружения, создание тестовых сценариев; - разработка и оформление эскизной, технической и рабочей проектной документации; - взаимодействие с заказчиком в процессе выполнения программного проекта	- программный проект (проект разработки программного продукта); - процессы жизненного цикла программного продукта; - методы и инструменты разработки программного продукта	ПК-3.4 [1] - Способен к использованию методов оптимизации в области анализа данных, где необходимо решать классические задачи такие как линейного программирования и другие *Основание:* Профессиональный стандарт: 06.001	З-ПК-3.4[1] - Знать методы оптимизации ; У-ПК-3.4[1] - Уметь пользоваться методами оптимизации; В-ПК-3.4[1] - Владеть методами оптимизации
научно-исследовательский			
- участие в проведении научных исследований (экспериментов, наблюдений и количественных измерений), связанных с объектами профессиональной деятельности (программными продуктами, проектами, процессами, методами и инструментами программной инженерии), в	- программный проект (проект разработки программного продукта) - программный продукт (создаваемое программное обеспечение) - процессы жизненного цикла программного продукта -	ПК-11 [1] - способен к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-11[1] - Знать методы формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования; У-ПК-11[1] - Уметь формализовать в своей предметной области ; В-ПК-11[1] - Владеть методами формализации в своей предметной области с учетом ограничений

соответствии с утвержденными заданиями и методиками; - построение моделей объектов профессиональной деятельности с использованием инструментальных средств компьютерного моделирования; - составление описания проводимых исследований, подготовка данных для составления обзоров и отчетов;	методы и инструменты разработки программного продукта		используемых методов исследования
- участие в проведении научных исследований (экспериментов, наблюдений и количественных измерений), связанных с объектами профессиональной деятельности (программными продуктами, проектами, процессами, методами и инструментами программной инженерии), в соответствии с утвержденными заданиями и методиками; - построение моделей объектов профессиональной деятельности с использованием инструментальных средств компьютерного моделирования; - составление описания проводимых исследований, подготовка данных для составления обзоров и отчетов;	- программный проект (проект разработки программного продукта) - программный продукт (создаваемое программное обеспечение) - процессы жизненного цикла программного продукта - методы и инструменты разработки программного продукта	ПК-13 [1] - способен обосновать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнение экспериментов по проверке их корректности и эффективности *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-13[1] - Знать методы выполнения экспериментов по проверке корректности и эффективности принимаемых проектных решений; У-ПК-13[1] - Уметь обосновать принимаемые проектные решения; осуществлять постановку и выполнение экспериментов по проверке корректности и эффективности принимаемых проектных решений; В-ПК-13[1] - Владеть методами выполнения экспериментов по проверке корректности и эффективности принимаемых проектных решений

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование профессионально значимых установок: не производить, не копировать и не использовать программные и технические средства, не приобретённые на законных основаниях; не нарушать признанные нормы авторского права; не нарушать тайны передачи сообщений, не практиковать вскрытие информационных систем и сетей передачи данных; соблюдать конфиденциальность доверенной информации (В40)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	7 Семестр						
1	Методы классификации данных	1-8	8/8/8		30	КИ-8	З-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2, З-ПК-3.4, У-ПК-3.4, В-ПК-3.4, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, З-ПК-13, У-ПК-13,

							В-ПК-13
2	Непараметрические методы и обучение ансамблей	9-16	8/8/8		30	КИ-16	З-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2, З-ПК-3.4, У-ПК-3.4, В-ПК-3.4, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13
	Итого за 7 Семестр		16/16/16		60		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				40	Э	З-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2, З-ПК-3.4, У-ПК-3.4, В-ПК-3.4, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	**Полное наименование**
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	**Темы занятий / Содержание**	**Лек., час.**	**Пр./сем., час.**	**Лаб., час.**
	7 Семестр	16	16	16
1-8	**Методы классификации данных**	8	8	8
1 - 4	**Байесовская классификация** Порождающие и разделяющие модели классификации. Бинарная функция потерь. Байесовское решающее правило. Дискриминантные функции. Нормальный байесовский классификатор. Расстояние Махаланобиса. Наивный байесовский классификатор. Регуляризованный байесовский классификатор. Байесовская классификация бинарных и мультиномиальных признаков. Пример	Всего аудиторных часов		
		4	4	4
		Онлайн		
		0	0	0

	применения к задаче категоризации документов.			
5 - 6	**Непараметрические методы классификации** Непараметрический байесовский классификатор. Наивная оценка плотности распределения. Ядерная оценка плотности распределения. Виды ядерных функций. Парзеновское окно. Показатель точности оценки плотности. Разложение «bias-variance» ошибки оценивания. Подходы к выбору ширины парзеновского окна. Метод Сильвермана. Оценивание многомерных плотностей распределения. Многомерные ядерные функции.	Всего аудиторных часов		
		2	2	2
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	**Логистическая регрессия** Дискриминативный подход к классификации. Функции связи в задаче классификации. Виды функций связи, их свойства. Логит и пробит-функции связи. Логистическая функция. Логистическая модель апостериорных вероятностей классов. Отношение вероятностей (odds ratio). Отношение вероятностей для нормального байесовского классификатора. Связь нормального байесовского классификатора и логистической регрессии. Постановка задачи обучения бинарной логистической регрессии. Критерий обучения и метод обучения. Логистическая функция потерь. Регуляризованная логистическая регрессия Понятие softmax-функции. Softmax-функция для двух переменных. Связь с логистической функцией. Softmax-модель апостериорных вероятностей классов. Референсный класс. Постановка задачи обучения многоклассовой логистической регрессии. Критерий обучения и метод обучения.	Всего аудиторных часов		
		2	2	2
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	**Непараметрические методы и обучение ансамблей**	8	8	8
9 - 10	**Непараметрические регрессионные модели** Непараметрическое машинное обучение с учителем и без учителя. Параметрические и непараметрические регрессионные модели. Наивная регрессия. Использование ядерных функций в задачах регрессии. Ядерная регрессия Надарая-Уотсона. KNN- регрессия. Регрессия и линейное сглаживание. Свойства сглаживающих фильтров. Локальная регрессия. LOESS. Разложение «bias-variance» ошибки непараметрической регрессионной модели. Подходы к выбору ширины окна Надарая-Уотсона. Многомерный метод LOESS.	Всего аудиторных часов		
		2	2	2
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	**Деревья решений** Понятие дерева решений. Типы и постановки решаемых задач. Типы узлов дерева. Обучение дерева решений. Критерий оптимальности. Примеры. Настройка гиперпараметров процедуры обучения. Переобучение и «обрезка» дерева.	Всего аудиторных часов		
		2	2	2
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 16	**Обучение ансамблей** Подходы к построению ансамблей моделей машинного обучения. Бэггинг и бустинг. Бутстреп. Ансамбли деревьев решений. Усиленный ансамбль деревьев. Кросс-	Всего аудиторных часов		
		4	4	4
		Онлайн		
		0	0	0

	валидация усиленного ансамбля. Случайный лес. Базовый алгоритм бустинга. Принципы и типы адаптивного бустинга. AdaBoost. Пошаговое аддитивное обучение. Градиентный бустинг моделей машинного обучения. Регуляризованный градиентный бустинг. Стохастический градиентный бустинг. XGBoost.			

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	**Полное наименование**
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	**Темы занятий / Содержание**
	7 Семестр
1 - 2	**Методы предобработки исходных данных. Метод главных компонент.** Методы предобработки исходных данных. Метод главных компонент.
3 - 6	**Метрические и логические методы классификации.** Метрические и логические методы классификации.
7 - 8	**Композиции методов классификации.** Композиции методов классификации.
9 - 11	**Методы кластеризации данных.** Методы кластеризации данных.
12 - 14	**Решение задач машинного обучения на многослойных нейронных сетях.** Решение задач машинного обучения на многослойных нейронных сетях.
15 - 16	**Методы глубокого обучения.** Методы глубокого обучения.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Занятия проводятся по классической схеме чтения лекций и проведения лабораторных занятий. Контроль самостоятельной работы и освоения изученной темы проводится на лабораторных занятиях. В процессе контрольного опроса (КО) каждый слушатель должен ответить на вопросы преподавателя или провести краткие расчеты по предложенным задачам. Результаты контрольного опроса оцениваются в баллах. Для усвоения методов и алгоритмов машинного обучения студенты выполняют исследовательскую курсовую работу по индивидуальному заданию. В процессе выполнения курсовой работы студенты знакомятся с дополнительной литературой по теме проекта. Преподаватель осуществляет текущий контроль результатов исследовательской работы студента и учитывает их в течение семестра в оценках за разделы курса. Курсовая работа студента, представленная в форме Пояснительной записки,

содержит описание всех этапов выполнения задания и анализ полученных результатов. Самостоятельная работа студента включает: 1) ознакомление с литературой по темам курса, изучение электронных учебников или курсов по машинному обучению и анализу данных; 2) подготовку к лабораторным занятиям; 3) изучение прикладных программ пакетов, используемых в лабораторном практикуме.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	**Индикаторы освоения**	**Аттестационное мероприятие (КП 1)**
ПК-11	З-ПК-11	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-11	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-11	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-13	З-ПК-13	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-13	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-13	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-3.2	З-ПК-3.2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3.2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3.2	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-3.4	З-ПК-3.4	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3.4	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3.4	Э, КИ-8, КИ-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	**Оценка по 4-х балльной шкале**	**Отметка о зачете**	**Оценка ECTS**
90-100	5 – *«отлично»*	*«зачтено»*	A
85-89	4 – «*хорошо*»		B
75-84			C
70-74			D
65-69	3 – «*удовлетворительно*»		
60-64			E
ниже 60	2 – «*неудовлетворительно*»	*«не зачтено»*	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ М71 Лабораторный практикум по курсу "Введение в теорию нейронных сетей" : , Щербинина М.В., Мишулина О.А., Трофимов А.Г., Москва: МИФИ, 2007

2. ЭИ Ф 70 Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных : , Флах П., Москва: ДМК Пресс, 2015

3. ЭИ Ч-45 Применение искусственных нейронных сетей и системы остаточных классов в криптографии : учебное пособие, Лавриненко И. Н. [и др.], Москва: Физматлит, 2012

4. ЭИ К 75 Самоорганизующиеся карты : учебное пособие, Кохонен Т., Москва: Лаборатория знаний, 2021

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. MATLAB & Simulink Student Version ()

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Han J., Kamber M., Pei J. Data Mining: Concepts and Techniques. Third Edition. Elsevier, 2012. (http://www.cse.hcmut.edu.vn/~chauvtn/data_mining/Texts/%5B1%5D%20Data%20Mining%20%20Concepts%20and%20Techniques%20%283rd%20Ed%29.pdf)

2. Yoshua Bengio. Learning Deep Architectures for AI // Foundations and Trends in Machine Learning: Vol (http://www.nowpublishers.com/article/Details/MAL-006)

3. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, (http://www.springer.com/us/book/9780387848570)

4. К. В. Воронцов. Математические методы обучения по прецедентам (теория обучения машин). (http://www.machinelearning.ru/wiki/images/6/6d/Voron-ML-1.pdf)

5. Bishop C.M. Neural Networks for Pattern Recognition. Oxford, 1994. (http://cs.du.edu/~mitchell/mario_books/Neural_Networks_for_Pattern_Recognition__Christopher_Bishop.pdf)

6. Хайкин С. Нейронные сети: Полный курс. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. (http://www.twirpx.com/file/57977/)

7. Aggarwal, C.C. Data Mining. The Textbook. Springer, XXIX, 2015. (http://www.springer.com/978-3-319-14141-1)

https://online.mephi.ru/

http://library.mephi.ru/

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

В качестве оценочного средства используется 100 балльная семестровая система, учитывающая, кроме уровня подготовки студента и результатов выполнения курсовой работы, посещаемость лекций и лабораторных занятий, активность (ответы на вопросы при проведении контрольного опроса).

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

В качестве оценочного средства используется 100 балльная семестровая система, учитывающая, кроме уровня подготовки студента и результатов выполнения курсовой работы, посещаемость лекций и лабораторных занятий, активность (ответы на вопросы при проведении контрольного опроса).

Автор(ы):

Трофимов Александр Геннадьевич, к.т.н.