

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

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/08-577

от 29.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И КЛЕТОЧНЫЕ АВТОМАТЫ В ЗАДАЧАХ
ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
2	3	108	15	15	0		42	0	Э
Итого	3	108	15	15	0	0	42	0	

АННОТАЦИЯ

В курсе рассматриваются математические модели искусственных нейронных сетей и клеточных автоматов, приводятся примеры их применения в задачах обработки данных наблюдения из различных областей науки и техники: экспериментальная физика частиц высоких энергий, исследования информационных потоков в компьютерных сетях, построение моделей для исследования механизмов возникновения землетрясений, изучение структур сильного выгорания двуокиси урана с помощью клеточных автоматов, использование клеточных автоматов и нейронных сетей для распознавания редких событий в физике частиц и др.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- в области обучения дать базовый объём знаний по используемым в обработке данных математическим методам, в том числе при постановке и решении задач, связанных с инвестированием капитала, с помощью технологий, основанных на математическом моделировании и подготовить магистра для успешной работы в сфере профессиональной деятельности, развить универсальную информационную компетентность, способствующую его социальной мобильности и устойчивости на рынке труда.
- в области воспитания личности сформировать такие социально-личностные качества, как целеустремленность, организованность, трудолюбие, ответственности за конечный результат своей профессиональной деятельности в области информационно-коммуникационных технологий, способности самостоятельно приобретать и применять новые знания и умения.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная дисциплина относится к дисциплинам вариативной части математического цикла.

Курс является составной частью для применения математических методов при обработке данных. В логической последовательности дисциплин, формируемых инструментальную информационную компетентность, это дисциплина, на которую опираются последующие дисциплины.

Уровень сложности теоретических и практических заданий полностью соответствует требованиям государственного образовательного стандарта.

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
научно-исследовательский			
Создание математических методов и алгоритмов, их реализация в виде программных комплексов для сбора, анализа и обработки данных.	Данные, описывающие различные физические, технологические, экономические и др. процессы.	ПК-4.1 [1] - способен проводить обработку и интеллектуальный анализ данных с использованием математического аппарата и современных цифровых <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.042	З-ПК-4.1[1] - Знать математические подходы и алгоритмы анализа данных; У-ПК-4.1[1] - Уметь строить математические модели для анализа данных; В-ПК-4.1[1] - Владеть навыками обработки и анализа данных
Проведение научных исследований методами математического моделирования и прогнозирования самостоятельно и в составе научного коллектива.	Физические, технологические, экономические и др. явления и процессы, математические модели и алгоритмы, численные методы, комплексы прикладных компьютерных программ, прикладные интернет-технологии.	ПК-1 [1] - способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001, 06.017	З-ПК-1[1] - Знать основные методы и принципы научных исследований, математического моделирования, основные проблемы профессиональной области, требующие использования современных научных методов исследования. ; У-ПК-1[1] - Уметь ставить и решать прикладные исследовательские задачи; оценивать результаты исследований; формулировать результаты проведенного исследования в виде конкретных рекомендаций, проводить научные исследования и получать новые научные и

			прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива. ; В-ПК-1[1] - Владеть навыками выбора и использования математических средств научных исследований, методами анализа и синтеза научной информации.
Разработка и внедрение наукоемкого программного обеспечения.	Математическое обеспечение программных комплексов, математические алгоритмы, современные языки, методы и технологии программирования, высокопроизводительные вычислительные ресурсы и кластеры, системы сбора, анализа и обработки данных, методики и подходы к разработке программного обеспечения.	ПК-2 [1] - способен к разработке и внедрению наукоемкого программного обеспечения, способствующего решению передовых задач науки и техники на основе современных математических методов и алгоритмов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001, 06.017	З-ПК-2[1] - Знать текущее положение современных научных достижений, современные математические методы и алгоритмы для разработки наукоемкого программного обеспечения. ; У-ПК-2[1] - Уметь применять современные математические методы и алгоритмы для разработки наукоемкого программного обеспечения.; В-ПК-2[1] - Владеть навыками разработки и внедрения наукоемкого программного обеспечения.
проектный			
Постановка целей и задач проектов в области профессиональной деятельности, разработка стратегии их достижения, формирование	Методы, средства, технологии, используемые при разработке и реализации инновационных проектов и планировании ресурсов; информация, содержащаяся в научно-исследовательских и	ПК-5 [1] - способен четко формулировать цели и задачи научно-прикладных проектов, разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых	З-ПК-5[1] - Знать основные цели и задачи научно-прикладных проектов, разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых

критерием и показателей эффективности проекта, создание концептуальных и теоретических моделей решаемых задач.	технологических отчетах, статьях, патентах и тп; математические модели, методы, алгоритмы; наукоемкое программное обеспечение.	задач <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008, 40.033	задач. ; У-ПК-5[1] - Уметь четко формулировать цели и задачи научно-прикладных проектов, разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых задач; В-ПК-5[1] - Владеть навыками разработки теоретических моделей решаемых задач.
педагогический			
Педагогический дизайн и реализация образовательных программ и учебных дисциплин, на основе современных подходов и методик в том числе с использованием информационных и коммуникационных технологий в области прикладной математики и информатики.	Средства, технологии, ресурсы и сервисы электронного обучения и мобильного обучения, прикладные интернет-технологии.	ПК-9 [1] - способен использовать современные информационные технологии в образовательной деятельности <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 01.003	З-ПК-9[1] - Знать основные цели и задачи, особенности содержания и организации педагогического процесса. ; У-ПК-9[1] - Уметь использовать современные информационные технологии в образовательной деятельности.; В-ПК-9[1] - Владеть навыками использования современных информационных технологий в образовательной деятельности.
Разработка образовательных программ высшего образования и дополнительного профессионального образования, разработка учебно-методических материалов по дисциплинам в	Педагогическая деятельность с учетом специфики предметной области в образовательных организациях.	ПК-10 [1] - способен осуществлять подготовку и переподготовку кадров в области прикладной математики и информационных технологий <i>Основание:</i>	З-ПК-10[1] - Знать основные цели и задачи, особенности содержания и организации педагогического процесса на основе компетентного подхода; психологические особенности

области математических и компьютерных наук, проведение лекционных, практических и лабораторных занятий по основным, факультативным дисциплинам и спецкурсам в области прикладной математики и информатики.		Профессиональный стандарт: 01.003	обучающихся; современные технологии диагностики и оценивания качества образовательного процесса; особенности педагогического взаимодействия в условиях изменяющегося образовательного пространства. ; У-ПК-10[1] - Уметь организовывать образовательно-воспитательный процесс в изменяющихся социокультурных условиях; применять психолого-педагогические знания в разных видах образовательной деятельности.; В-ПК-10[1] - Владеть навыками организации педагогического процесса для подготовки и переподготовки кадров в области прикладной математики и информационных технологий
---	--	--	---

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>2 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/8/0		25	КИ-8	У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4.1, У-ПК-4.1, В-ПК-4.1, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10
2	Второй раздел	9-15	7/7/0		25	КИ-15	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4.1, У-ПК-4.1, В-ПК-4.1, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		15/15/0		50		
	Контрольные мероприятия за 2 Семестр				50	Э	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2,

							3-ПК-4.1, У-ПК-4.1, В-ПК-4.1, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
--	--	--	--	--	--	--	--

* – 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.
	<i>2 Семестр</i>	15	15	0
1-8	Первый раздел	8	8	0
1 - 4	Тема 1. Искусственные нейронные сети. Введение в искусственные нейронные сети (ИНС): а) краткий исторический обзор, б) биологические нейронные сети, в) от биологических сетей к ИНС. Основные понятия: а) модель технического нейрона, а) б) архитектура нейронной сети, в) обучение ИНС. Многослойные сети прямого распространения информации: а) многослойный перцептрон, б) сети с радиальными базисными функциями, в) некоторые нерешенные проблемы. Самоорганизующиеся карты Кохонена. Сеть Хопфилда: а) ассоциативная память, б) минимизация энергии. Пакеты прикладных программ для обработки данных с помощью искусственных нейронных сетей.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 8	Тема 2. Применения искусственных нейронных в задачах обработки данных. Идентификация заряженных частиц, регистрируемых детектором переходного излучения, с помощью многослойного перцептрона; сравнение нейросетевого подхода с традиционными статистическими методами и с критерием $W(k,n)$. Об аппроксимации одномерных функций с помощью чебышевской ИНС. Реконструкция	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

	случайного процесса (Logisticmap) с помощью двух ИНС (многослойный перцептрон и чебышевская нейросеть), сравнение характеристик этих сетей. Реконструкция динамического процесса, отвечающего измерениям информационного трафика, с целью воспроизведения информационного потока и оценки размерности процесса. Отбор сигнальных событий с помощью ИНС в экспериментах физики высоких энергий.			
9-15	Второй раздел	7	7	0
9 - 12	Тема 3. Клеточные автоматы. Введение в клеточные автоматы (КА): а) краткий исторический экскурс; б) устоявшееся определение КА; в) аналогии с природными процессами. Математическое определение КА. Классификация клеточных автоматов: а) классификация по типам поведения; б) тоталистичные КА; в) связанные определения КА; г) свойство обратимости. Простейшие КА. Пространство правил КА. Клеточные автоматы в естественной среде. Некоторые специфичные применения КА. КА в задачах моделирования физических процессов.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 16	Тема 4. Применения клеточных автоматов в задачах обработки данных. Распознавание траекторий заряженных частиц, регистрируемых координатными детекторами в физике высоких энергий. Математические модели на основе КА для изучения механизмов возникновения землетрясений. Изучение структур сильного выгорания двуокиси урана с помощью клеточных автоматов. Генератор случайных чисел на базе двумерного КА. Клеточный автомат для фильтрации событий, регистрируемых координатными детекторами, от случайного шума. Использование КА и ИНС для распознавания сигнальных событий в физике частиц.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0

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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий (32 часа) занятия проводятся в форме продвинутых лекций и практических (семинарских) занятий.

Для контроля усвоения студентом разделов данного курса широко используются активные формы, ответы на которые позволяют судить об усвоении студентом данного курса. Самостоятельная работа студентов (13 часов) подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы. Чтение лекций данной дисциплины сопровождается демонстрацией в лекционной аудитории на экране теоретического материала и многочисленных примеров, подготовленных, в том числе, в виде электронных презентаций. Используются активные и интерактивные формы проведения занятий: семинары в диалоговом режиме; разбор конкретных ситуаций; публичные доклады с презентациями и их обсуждение в студенческой группе, различные виды групповых дискуссий; электронное тестирование знаний, умений и навыков. Основной формой проведения семинарских занятий является научно-практический семинар, в рамках которого студенты пишут рефераты, на базе лучших из которых готовят материалы для публикаций на Международных научных и научно - практических конференциях, а также в научных периодических журналах.

6. 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-1	З-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-10	З-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-2	З-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-4.1	З-ПК-4.1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-4.1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-4.1	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-5	З-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-9	З-ПК-9	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-9	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-9	Э, КИ-8, КИ-15

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-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, 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 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69		E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, 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	3 – <i>«удовлетворительно»</i>		
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 004 Г16 Нейронные сети: основы теории : , Галушкин А.И., Москва: Горячая линия-Телеком, 2010
2. ЭИ Ч-45 Применение искусственных нейронных сетей и системы остаточных классов в криптографии : учебное пособие, Лавриненко И. Н. [и др.], Москва: Физматлит, 2012

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

1. Лекции

50-60% лекций содержать новый теоретический материал, а 40-50% примеры решения задач.

Перед каждой лекцией студентам рекомендуется повторить материал предыдущих лекций и семинаров.

Курс не содержит доказательства математических утверждений или вывода сложных формул.

Основной упор на лекциях делается на понимание излагаемого материала и умения его использования при решении задач на семинарах и при выполнении работ.

2. Семинары

В рамках курса предусмотрено проведение 8 семинарских занятий, на которых студенты должны, используя прослушанный на лекциях материал, научиться решать конкретные задачи с помощью методов моделирования рассматриваемых объектов или систем с использованием ИНС и КА.

3. Организация контроля

Самостоятельные работы и тесты проводятся в течение академического часа с дальнейшей проверкой преподавателем результатов с выставлением оценок, учитываемых в рамках внутри семестрового зачета и в конце семестра при проставлении итоговой оценки.

Для выполнения самостоятельных работ и тестов разработано несколько вариантов для каждой самостоятельной работы и теста. Получение положительной оценки по каждой самостоятельной работе и теста является необходимым условием получения итоговой положительной оценки. В случае пропуска или получения отрицательной оценки самостоятельная работа или тест должны быть сделаны во время зачетной недели в конце семестра.

4. Проведение экзамена

Для сдачи экзамена необходимо выполнить с положительными оценками все проведенные в течение семестра работы и тесты. При условии сдачи с положительными оценками всех работ студент во время сдачи экзамена отвечает на вопросы экзаменационного билета.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Лекции

50-60% лекций содержать новый теоретический материал, а 40-50% примеры решения задач.

Перед каждой лекцией студентам рекомендуется повторить материал предыдущих лекций и семинаров.

Курс не содержит доказательства математических утверждений или вывода сложных формул.

Основной упор на лекциях необходимо делать на понимание излагаемого материала и умения его использования при решении задач на семинарах и при выполнении самостоятельных работ.

2. Семинары

В рамках курса предусмотрено проведение 8 семинарских занятий, на которых студенты должны, используя прослушанный на лекциях материал, научиться решать конкретные задачи с помощью методов моделирования рассматриваемых объектов или систем с использованием ИНС и КА.

3. Организация контроля

Самостоятельные работы и тесты проводятся в течение академического часа с дальнейшей проверкой преподавателем результатов с выставлением оценок, учитываемых в рамках внутри семестрового зачета и в конце семестра при проставлении итоговой оценки.

Для выполнения самостоятельных работ и тестов разработано несколько вариантов для каждой самостоятельной работы и теста. Получение положительной оценки по каждой самостоятельной работе и теста является необходимым условием получения итоговой положительной оценки. В случае пропуска или получения отрицательной оценки самостоятельная работа или тест должны быть сделаны во время зачетной недели в конце семестра.

4. Проведение экзамена

Для сдачи экзамена необходимо выполнить с положительными оценками все проведенные в течение семестра работы и тесты. При условии сдачи с положительными оценками всех работ студент во время сдачи экзамена отвечает на вопросы экзаменационного билета.

Автор(ы):

Иванов Виктор Владимирович, д.ф.-м.н., профессор