

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ

Директор института прикладной
математики и компьютерных наук

А.В. Замятин

« 11 » ноября 2021 г.



Прикладные аспекты машинного обучения

рабочая программа дисциплины

Закреплена за кафедрой	<i>Теоретических основ информатики</i>
Учебный план	<i>02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии</i>
	<i>Направленность (профиль) «Искусственный интеллект и разработка программных продуктов»</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Общая трудоёмкость	<i>2 з.е.</i>
Часов по учебному плану	<i>72</i>
в том числе:	
аудиторная контактная работа	<i>50.65</i>
самостоятельная работа	<i>21.35</i>
Вид контроля в семестрах	
зачет	<i>8 семестр – зачет</i>

Программу составил:
канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедры теоретических основ информатики



С.В. Аксёнов

Рецензент:
канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедры теоретических основ информатики



О.В. Марухина

Рабочая программа дисциплины «Прикладные аспекты машинного обучения» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат, самостоятельно устанавливаемым федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (Утвержден Ученым советом НИ ТГУ, протокол от 27.10.2021 г. № 08).

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры теоретических основ информатики

Протокол от 04 июня 2021 г. № 05

Заведующий кафедрой теоретических основ информатики,
д-р техн. наук, профессор



А.В. Замятин

Рабочая программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии института прикладной математики и компьютерных наук (УМК ИПМКН)

Протокол от 17 июня 2021 г. № 05

Председатель УМК ИПМКН,
д-р техн. наук, профессор



С.П. Сущенко

Цель освоения дисциплины

Цель – научить студентов разрабатывать интеллектуальные системы с использованием инструментария библиотек Python, R, публичных облачных сервисов, оценивать эффективность их работы и внедрять в приложения.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Прикладные аспекты машинного обучения» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины», входит в модуль «Искусственный интеллект».

Пререквизиты дисциплины: «Интеллектуальные системы», «Нейронные сети»

Постреквизиты дисциплины: нет

2. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины

Таблица 1.

Компетенция	Индикатор универсальной компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций)
ПК-3. Способен осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки как при исследовании самостоятельных тем, так и разработки по тематике организации	ИПК-3.1. Осуществляет проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ОР-3.1.1. Обучающийся будет знать: - процедуры выявления, формирования и согласования требований к результатам аналитических работ с применением технологий искусственного интеллекта и больших данных; - принципы планирования и организации аналитических работ с использованием технологий искусственного интеллекта и больших данных; ОР-3.1.2. Обучающийся сможет: - подготавливать данные для проведения аналитических работ по исследованию больших данных методами искусственного интеллекта; - проводить аналитическое исследование и разрабатывать приложения с применением технологий искусственного интеллекта и больших данных в соответствии с требованиями заказчика;

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура и трудоемкость видов учебной работы по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

Таблица 2.

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах	
Общая трудоемкость	72	72
Контактная работа:	50.65	50.65
Лекции (Л):	16	16
Практики (ПЗ)	32	32
Групповые консультации	2.4	2.4
Промежуточная аттестация	0.25	0.25
Самостоятельная работа обучающегося:	21.35	21.35
- изучение учебного материала	4	4
- написание реферата	4	4
- подготовка к практическим занятиям	4	4
- подготовка к рубежному контролю по теме/разделу	9.35	9.35
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	Зачет	Зачет

3.2. Содержание и трудоемкость разделов дисциплины

Таблица 3.

Код занятия	Наименование разделов и тем и их содержание	Вид учебной работы, занятий, контроля	С е м е с т р	Часы в электронной форме	Всего (час.)	Литература	Код (ы) результата(ов) обучения
	Раздел 1. Разведочный анализ данных		8		6		ОР-3.1.1., ОР-3.1.2.
1.1.	1. Предварительный анализ данных 2. Визуализация	Л			1.6		
1.2.	Проведение разведочного анализа данных	ПЗ			3.2		
1.3.	Изучение учебного материала и подготовка к рубежному контролю по теме	СРС			1.2		
	Раздел 2. Классификационные и регрессионные модели		8		6		ОР-3.1.1., ОР-3.1.2.
2.1.	1. Обучение классификаторов 2. Обучение регрессоров 3. Оценка качества обучения	Л			1.6		
2.2.	Ознакомление с программными инструментами проектирования систем машинного обучения. Построение простых моделей классификации и регрессии	ПЗ			3.2		
2.3.	Изучение учебного материала и подготовка к рубежному контролю по теме	СРС			1.2		
	Раздел 3. Ансамбли моделей		8		6		ОР-3.1.1., ОР-3.1.2.
3.1.	1. Подбор гиперпараметров моделей 2. Ансамбли моделей	Л			1.6		
3.2.	Построение ансамблей моделей машинного обучения для решения задач классификации	ПЗ			3.2		
3.3.	Изучение учебного материала и подготовка к рубежному контролю по теме	СРС			1.2		
	Раздел 4. Работа с признаковым пространством		8		6		ОР-3.1.1., ОР-3.1.2.
4.1.	1. Снижение размерности признакового пространства 2. Конструирование признаков 3. Кластеризация данных	Л			1.6		
4.2.	Оценка информативности признаков и снижение размерности признакового пространства для анализа объектов из баз данных	ПЗ			3.2		
4.3.	Изучение учебного материала и подготовка к рубежному контролю по теме	СРС			1.2		
	Раздел 5. Основы нейросетевых вычислений		8		6		ОР-3.1.1., ОР-3.1.2.
5.1.	1. Архитектуры нейронных сетей для разнородных задач анализа данных 2. Применение нейронных сетей для решения задач классификации и регрессии	Л			1.6		
5.2.	Проектирование нейросетевых моделей классификации и регрессии	ПЗ			3.2		
5.3.	Изучение учебного материала и подготовка к рубежному контролю по теме	СРС			1.2		

	Раздел 6. Обработка изображений сверточными нейронными сетями		8		6		ОП-3.1.1., ОП-3.1.2.
6.1.	1. Сверточные нейронные сети 2. Визуализация параметров и активности нейронной сети	Л			1.6		
6.2.	Проектирование нейросетевых моделей классификации изображений	ПЗ			3.2		
6.3.	Изучение учебного материала и подготовка к рубежному контролю по теме	СРС			1.2		
	Раздел 7. Автокодировщики		8		6		ОП-3.1.1., ОП-3.1.2.
7.1.	1. Передача обучения 2. Основы работы с автокодировщиками 3. Повышение эффективности работы глубоких нейронных сетей	Л			1.6		
7.2.	Проектирование нейросетевых моделей сегментации изображений	ПЗ			3.2		
7.3.	Изучение учебного материала и подготовка к рубежному контролю по теме	СРС			1.2		
	Раздел 8. Анализ сигналов и временных рядов		8		6		ОП-3.1.1., ОП-3.1.2.
8.1.	1. Векторное представление текстовых данных 2. Рекуррентные нейронные сети	Л			1.6		
8.2.	Проектирование нейросетевых моделей анализа временных рядов	ПЗ			3.2		
8.3.	Изучение учебного материала и подготовка к рубежному контролю по теме	СРС			1.2		
	Раздел 9. Использование генеративно- конкурирующих моделей		8		6		ОП-3.1.1., ОП-3.1.2.
9.1.	1. Основы генеративно-конкурирующих моделей	Л			1.6		
9.2.	Реализация генеративной нейросетевой модели	ПЗ			3.2		
9.3.	Изучение учебного материала и подготовка к рубежному контролю по теме	СРС			1.2		
	Раздел 10. Практические аспекты использования обучения с подкреплением		8		6		ОП-3.1.1., ОП-3.1.2.
10.1.	1. Обучение с подкреплением	Л			1.6		
10.2.	Построение систем искусственного интеллекта с помощью обучения с подкреплением	ПЗ			3.2		
10.3.	Изучение учебного материала и подготовка к рубежному контролю по теме	СРС	8		1.2		
	Консультации в период теоретического обучения	Консультации	8		2.4		
	Подготовка к промежуточной аттестации в форме зачета	СРС	8		9.35		ОП-3.1.1., ОП-3.1.2.
	Прохождение промежуточной аттестации в форме зачета	З	8		0.25		

4. Образовательные технологии, учебно-методическое и информационное обеспечение для освоения дисциплины

Теоретический материал по дисциплине дается в виде лекций с применением стандартных средств демонстрации мультимедиа в формате .pdf. На лабораторных занятиях студенты решают задачи по построению систем искусственного интеллекта с помощью средств библиотек Python и R. Текущий контроль по практическим работам осуществляется в виде обсуждения алгоритма и результатов его работы.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине организуется в следующих формах:

- 1) самостоятельное изучение основного теоретического материала, ознакомление с дополнительной литературой, Интернет-ресурсами;
- 2) подготовка к выполнению теоретических работ.

Текущий контроль по лабораторным работам осуществляется в виде обсуждения производительности реализованных систем искусственного интеллекта и результатов их работы.

Итоговая оценка выставляется как среднеарифметическое по результатам контрольных и практических работ с округлением до ближайшего целого.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций, и методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения, приведены в Приложении 1 к рабочей программе «Фонд оценочных средств».

4.1. Рекомендуемая литература и учебно-методическое обеспечение

№ п/п	Авторы / составители	Заглавие	Издательство	Год издания, количество страниц
Основная литература				
1.	Джоэл Грас	Data Science: Наука о данных с нуля. 2-е издание. ISBN 978-5-9775-6731-2	СПб: БХВ-Петербург	2021
2.	Себастьян Рашка, Вахид Мирджалили	Python и машинное обучение. ISBN 978-5-907203-57-0	М.: Диалектика	2020
3.	Ameet V. Joshi	Machine Learning and Artificial Intelligence. ISBN 978-3-030-26621-9	Springer Nature Switzerland AG	2020
4.	Denis Rothman	Artificial Intelligence by Example. Second Edition. ISBN 978-1-83921-153-9	Packt Publishing	2020
5.	Stuart Russel, Peter Norvig	Artificial Intelligence. A Modern Approach. 4 th Edition. ISBN: 978-0-13-461099-3	Hoboken: Pearson	2021
6.	Эндрю Гласснер	Глубокое обучение без математики. Том 1. Основы. ISBN 978-5-97060-701-5	М.: ДМК Пресс	2020
7.	Эндрю Гласснер	Глубокое обучение без математики. Том 2. Практика ISBN 978-5-97060-767-1	М.: ДМК Пресс	2020
8.	Ян Гудфеллоу, Йошуа Бенджио, Аарон Курвилль	Глубокое обучение. Второе цветное издание, исправленное. ISBN 978-5-97060-618-6	М.: ДМК Пресс	2018
9.	Roman Shirkin	Artificial Intelligence. The Complete Beginners' Guide to Artificial Intelligence. ISBN: 9798609154415	Amazon KDP Printing and Publishing	2020
10.	Франсуа Шолле	Глубокое обучение на Python. ISBN 978-5-4461-0770-4	СПб: Питер	2018

11.	Джозел Грас	Data Science: Наука о данных с нуля. 2-е издание. ISBN 978-5-9775-6731-2	СПб: БХВ-Петербург	2021
-----	-------------	--	--------------------	------

4.2. Базы данных и информационно-справочные системы, в том числе зарубежные

4.3. Перечень лицензионного и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса используется облачный сервис Google Colab, пакет Anaconda (Python, R), библиотеки для глубокого обучения Tensorflow, Keras, Pytorch, сервисы OpenAI.

4.4. Оборудование и технические средства обучения

При освоении дисциплины используются компьютерные классы ИПМКН ТГУ с доступом к ресурсам Научной библиотеки ТГУ, в том числе отечественным и зарубежным периодическим изданиям и Интернету.

5. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Лекционный курс и практические задания СКВОТ AI 1: Основные концепции современного искусственного интеллекта [Электронный ресурс] / Электронный университет – MOODLE.– ТГУ 2020. – URL: <https://moodle.ido.tsu.ru/course/view.php?id=1168> (дата обращения: 15.10.2020).

Лекционный курс и практические задания СКВОТ AI 2: Современные инструменты поддержки разработки систем искусственного интеллекта [Электронный ресурс] / Электронный университет – MOODLE.– ТГУ 2020. – URL: <https://moodle.ido.tsu.ru/course/view.php?id=1169> (дата обращения: 15.10.2020).

Лекционный курс и практические задания СКВОТ AI 3: Разработка приложений искусственного интеллекта [Электронный ресурс] / Электронный университет – MOODLE.– ТГУ 2020. – URL: <https://moodle.ido.tsu.ru/course/view.php?id=11701168> (дата обращения: 15.10.2020).

Лекционный курс и практические задания СКВОТ AI 4: Искусственный интеллект в задачах кибербезопасности [Электронный ресурс] / Электронный университет – MOODLE.– ТГУ 2020. – URL: <https://moodle.ido.tsu.ru/course/view.php?id=1171> (дата обращения: 15.10.2020).

Лекционный курс и практические задания СКВОТ AI 5: Приобретение знаний в системах искусственного интеллекта [Электронный ресурс] / Электронный университет – MOODLE.– ТГУ 2020. – URL: <https://moodle.ido.tsu.ru/course/view.php?id=1172> (дата обращения: 15.10.2020).

Практика

Практика №1. «Проведение разведочного анализа данных»

Цель работы – написать программу на языках Python и R, проводящую разведочный анализ набора данных, полученного от преподавателя, а также визуализирующую зависимости между признаками. Результаты работы привести в отчете.

Практика №2 «Ознакомление с программными инструментами проектирования систем машинного обучения. Построение простых моделей классификации и регрессии»

Цель работы – написать программу на языках Python и R, выполняющую построение классификаторов (не менее трёх моделей на основе разных алгоритмов) и регрессоров (не менее трёх моделей на основе разных алгоритмов) для выборок, с помощью не менее трех алгоритмов, полученных от преподавателя, а также оценивающую эффективность их работы. Результаты работы привести в отчете.

Практика №3 «Построение ансамблей моделей машинного обучения для

решения задач классификации и оценка эффективности их работы»

Цель работы – написать программу на языках Python и R, выполняющую построение ансамблей классификаторов (не менее трёх ансамблей) и оценивающую эффективность их работы для выборки, полученной от преподавателя. Результаты работы привести в отчете.

Практика №4 «Оценка информативности признаков и снижение признакового пространства для анализа объектов из баз данных»

Цель работы – написать программу на языках Python и R, выполняющую анализ информативности признаков и кластеризацию данных (агломеративную, плотностную и на основе центроидов) для выборки, полученной от преподавателя. Результаты работы привести в отчете.

Практика №5 «Проектирование нейросетевых моделей классификации и регрессии»

Цель работы – написать программу на языках Python и R, выполняющую построение и обучение нейронных сетей прямого распространения, решающих задачи классификации и регрессии (выборки получены от преподавателя), требуется подобрать безизбыточную архитектуру сети, работающей с допустимым уровнем ошибки и визуализировать процесс обучения моделей. Результаты работы привести в отчете.

Практика №6 «Проектирование нейросетевых моделей классификации изображений»

Цель работы – написать программу на языке Python, выполняющую построение и обучение классификатора изображений на основе сверточной нейронной сети (выборка изображений получена от преподавателя), требуется подобрать безизбыточную архитектуру сети, работающей с допустимым уровнем ошибки и визуализировать процесс обучения моделей. Результаты работы привести в отчете.

Практика №7 «Проектирование нейросетевых моделей сегментации изображений»

Цель работы – написать программу на языке Python, выполняющую построение и обучение модели сегментации изображений на основе автокодировщиков (выборка изображений получена от преподавателя), требуется подобрать безизбыточную архитектуру сети, работающей с допустимым уровнем ошибки и визуализировать процесс обучения моделей и привести метрики качества. Разработать вторую модель использующую передачу обучения и сравнить результаты двух моделей. Результаты работы привести в отчете.

Практика №8 «Проектирование нейросетевых моделей анализа временных рядов»

Цель работы – написать программу на языке Python, выполняющую построение и обучение модели прогнозирования будущих значений на основе данных временной последовательности (выборка получена от преподавателя), требуется подобрать архитектуру рекуррентной нейронной сети, работающей с допустимым уровнем ошибки и визуализировать процесс обучения моделей и привести метрики качества. Результаты работы привести в отчете.

Практика №9 «Реализация генеративной нейросетевой модели»

Цель работы – написать программы на языке Python, выполняющую построение и обучение модели генерации временных последовательностей и изображений (выборки изображений и временные последовательности, используемые для настройки, получены от преподавателя), требуется подобрать архитектуры GAN, использующихся для создания результата и оценки его качества, визуализировать процесс обучения моделей и привести метрики качества. Результаты работы привести в отчете.

Практика №10 «Построение систем искусственного интеллекта с помощью обучения с подкреплением»

Цель работы – написать программу на языке Python, выполняющую построение и обучение модели управления объектами с использованием обучения с подкреплением (выборка, используемая для настройки, получена от преподавателя), требуется визуализировать процесс обучения модели и привести метрики качества. Результаты работы привести в отчете.

6. Преподавательский состав, реализующий дисциплину

Акёнов Сергей Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры теоретических основ информатики

7. Язык преподавания – русский язык.