

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 » _____ 2021 г.

Глубинное обучение

рабочая программа дисциплины

Закреплена за кафедрой Учебный план	<i>Теоретических основ информатики 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль «Искусственный интеллект и разработка программных продуктов»</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Общая трудоёмкость	<i>3 з.е.</i>
Часов по учебному плану	<i>108</i>
в том числе:	
аудиторная контактная работа	<i>67,45</i>
самостоятельная работа	<i>40,55</i>
Вид контроля в семестрах экзамен/зачет/зачет с оценкой	<i>7 семестр – зачет с оценкой</i>

Томск-2021

Программу составил:

канд. техн. наук,

доцент кафедры теоретических основ информатики

С.В. Аксёнов

Рецензент:

канд. техн. наук,

доцент кафедры теоретических основ информатики

О.В. Марухина

Рабочая программа дисциплины «Глубинное обучение» 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: 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 «Глубинное обучение» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины», входит модуль «Искусственный интеллект».

Пререквизиты дисциплины: «Статистические методы машинного обучения», «Введение в интеллектуальный анализ данных».

Постреквизиты дисциплины: «Прикладные аспекты машинного обучения», «Преддипломная практика (стационарная)».

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

Таблица 1.

Компетенция	Индикатор универсальной компетенции	Код и наименование результатов обучения
ОПК-2. Способен применять компьютерные/суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение, в том числе отечественного происхождения, для решения задач профессиональной.	ИОПК-2.1. Обладает необходимыми знаниями основных концепций современных вычислительных систем.	ОР-2.1.1: Знать процедуры выявления, формирования и согласования требований к результатам аналитических работ с применением технологий глубокого обучения
	ИОПК-2.2. Использует методы высокопроизводительных вычислительных технологий, современного программного обеспечения, в том числе отечественного происхождения.	ОР-2.2.1: Знать принципы планирования и организации аналитических работ с использованием технологий глубокого обучения
	ИОПК-2.3. Использует инструментальные средства высокопроизводительных вычислений в научной и практической деятельности.	ОР-2.3.1: Уметь подготавливать данные для проведения аналитических работ по исследованию больших данных методами глубокого обучения

<p>ПК-2. Способен проектировать базы данных, разрабатывать компоненты программных систем, обеспечивающих работу с базами данных, с помощью современных инструментальных средств и технологий.</p>	<p>ИПК-2.2. Готов осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.</p>	<p>ОР-2.2.2: Уметь проводить аналитическое исследование и разрабатывать приложения с применением технологий глубокого обучения в соответствии с требованиями заказчика ОР-2.2.3: Знать методы подготовки данных для проведения аналитических работ по исследованию больших данных методами глубокого обучения ОР-2.2.4: Владеть методами проведения аналитических исследований и разработки приложений с применением технологий глубокого обучения в соответствии с требованиями заказчика</p>
---	---	---

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура и трудоемкость видов учебной работы по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Таблица 2.

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах	
	2 семестр	всего
Общая трудоемкость		
Контактная работа:	67.45	67.45
Лекции (Л):	32	32
Практики (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Семинары (СЗ)	0	0
Групповые консультации	3,2	3,2
Индивидуальные консультации	0	0
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Самостоятельная работа обучающегося:	40.55	40.55
- изучение учебного материала	20	20
- подготовка к практическим занятиям	20,55	20,55
Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой

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	Коды результатов обучения
	Раздел 1. Основы и архитектуры глубоких нейронных сетей		7		13		ОР-2.1.1, ОР-2.2.1
1.1.	Архитектуры глубоких нейронных сетей	Лекции			4	1, 2	
1.2.	Реализация глубоких полносвязных нейросетевых моделей	Практическая работа			4	1, 2	
1.3.	<i>Форма СРС:</i> изучение учебного материала и подготовка к рубежному контролю по теме			5		1, 2	
	Текущий контроль успеваемости	Письменный опрос					
	Раздел 2. Разработка приложений, использующих глубокое обучение		7		13		ОР-2.1.1, ОР-2.2.1, ОР-2.3.1, ОР-2.2.2
2.1.	Проектирование и развертывание приложений, использующих глубокие нейронные сети	Лекции			4	2, 3, 7	
2.2.	Разработка и развертывание приложений с глубокими нейросетевыми моделями	Практическая работа			4	2, 3, 7	
2.3.	<i>Форма СРС:</i> изучение учебного материала и подготовка к рубежному контролю по теме			5		2, 3, 7	
	Текущий контроль успеваемости	Письменный опрос					
	Раздел 3. Практические аспекты обучения глубоких нейронных сетей		7		13		ОР-2.2.2, ОР-2.2.3, ОР-2.2.4
3.1.	Методы повышение эффективности разработки и обучения глубоких нейронных сетей	Лекции			4	2, 4, 6	
3.2.	Инструменты повышения эффективности проектирования и обучения глубоких	Практическая работа			4	2, 4, 6	

	нейронных сетей						
3.3.	<i>Форма СРС:</i> изучение учебного материала и подготовка к рубежному контролю по теме			5		2, 4, 6	
	Текущий контроль успеваемости	Письменный опрос					
	Раздел 4. Практические аспекты моделирования последовательностей		7		13		ОР-2.1.1, ОР-2.2.1, ОР-2.3.1, ОР-2.2.2, ОР-2.2.3
4.1.	Глубокие нейронные сети для исследования временных последовательностей	Лекции			4	1, 2, 8	
4.2.	Исследование текстов глубокими нейросетевыми моделями	Практическая работа			4	1, 2, 8	
4.3.	<i>Форма СРС:</i> изучение учебного материала и подготовка к рубежному контролю по теме			5		1, 2, 8	
	Текущий контроль успеваемости	Письменный опрос					
	Раздел 5. Практические аспекты использования глубоких нейронных сетей в компьютерном зрении		7		13		ОР-2.2.1, ОР-2.3.1
5.1.	Сверточные нейронные сети и автоэнкодеры для решения задач компьютерного зрения	Лекции			4	4, 5, 10	
5.2.	Сегментация и классификация объектов на изображениях с помощью глубоких нейронных сетей	Практическая работа			4	4, 5, 10	
5.3.	<i>Форма СРС:</i> изучение учебного материала и подготовка к рубежному контролю по теме			5		4, 5, 10	
	Текущий контроль успеваемости	Письменный опрос					
	Раздел 6. Практические аспекты использования глубоких нейронных сетей в задачах понимания естественного языка		7		13		ОР-2.2.1, ОР-2.2.2, ОР-2.2.3

6.1.	Использование глубоких нейронных сетей в задачах понимания естественного языка	Лекции			4	3, 9, 11	
6.2.	Реализация чат-бот систем с помощью инструментов глубокого обучения	Практическая работа			4	3, 9, 11	
6.3.	<i>Форма СРС:</i> изучение учебного материала и подготовка к рубежному контролю по теме			5		3, 9, 11	
	Текущий контроль успеваемости	Письменный опрос					
	Раздел 7. Глубокие порождающие модели		7		13		OP-2.2.1, OP-2.2.2, OP-2.2.3, OP-2.2.4
7.1.	Генеративно-сопоставительные нейронные сети	Лекции			4	4, 9	
7.2.	Генерация изображений и временных последовательностей	Практическая работа			4	4, 9	
7.3.	<i>Форма СРС:</i> изучение учебного материала и подготовка к рубежному контролю по теме			5		4, 9	
	Текущий контроль успеваемости	Письменный опрос					
	Раздел 8. Исследования по глубокому обучению		7		13		OP-2.2.1, OP-2.2.2, OP-2.2.3, OP-2.2.4
8.1	Адаптация нейросетевых моделей. Обучение с подкреплением.	Лекции			4	8, 9	
8.2	Исследование процедуры дообучения нейронных сетей	Практическая работа			4	8, 9	
8.3	<i>Форма СРС:</i> изучение учебного материала и подготовка к рубежному контролю по теме			5,55		8, 9	
	Текущий контроль успеваемости	Письменный опрос					
	Консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации				3,2		
	Промежуточная аттестация	ЗаО	7		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 практических 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 практических работ.

Текущий контроль по практическим работам осуществляется в виде обсуждения производительности реализованных систем искусственного интеллекта и результатов их работы. Текущий контроль успеваемости по теоретическому материалу осуществляется на контрольных неделях семестра.

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
1.	Джозел 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
6	Stuart Russel, Peter Norvig	Artificial Intelligence. A Modern Approach. 4 th Edition. ISBN: 978-0-13-461099-3	Hoboken: Pearson	2021
7	Эндрю Гласснер	Глубокое обучение без математики. Том 1. Основы. ISBN 978-5-97060-701-5	М.: ДМК Пресс	2020
8	Эндрю Гласснер	Глубокое обучение без математики. Том 2. Практика	М.: ДМК Пресс	2020

		ISBN 978-5-97060-767-1		
9	Ян Гудфеллоу, Иошуа Бенджио, Аарон Курвилль	Глубокое обучение. Второе цветное издание, исправленное. ISBN 978-5- 97060-618-6	М.: ДМК Пресс	2018
10	Roman Shirkin	Artificial Intelligence. The Complete Beginners' Guide to Artificial Intelligence. ISBN: 9798609154415	Amazon KDP Printing and Publishing	2020
11	Франсуа Шолле	Глубокое обучение на Python. ISBN 978-5-4461- 0770-4	СПб: Питер	2018

4.2. 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.

4.3. 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

Исходным звеном является лекция:

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).

Лекционный материал затем закрепляется путем решения задач по изучаемой теме на практических занятиях:

Практические работы.

Практическая работа №1. «Реализация глубоких полносвязных нейросетевых моделей»

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.

Практическая работа №2 «Разработка и развертывание приложений с глубокими нейросетевыми моделями»

Цель работы – разработать веб-приложение на языке Python, использующее обученную нейронную сеть, полученную в предыдущей работе, представляющее пользователю сервис для ввода исследуемых данных и вывода результата классификации данных. Результаты работы привести в отчете.

Практическая работа №3 «Инструменты повышения эффективности проектирования и обучения глубоких нейронных сетей»

Цель работы – исследовать на языках Python и R методы настройки параметров и гиперпараметров нейронных сетей с помощью разных оптимизаторов, перебора архитектур для решения задач многоклассовой, бинарной классификации, а также регрессии для выборок, предоставленных преподавателем. Результаты работы привести в отчете.

Практическая работа №4 «Исследование текстов глубокими нейросетевыми моделями»

Цель работы – написать программу на языке Python, выполняющую классификацию текстовых данных на основе библиотеки Keras с использованием инструментов NLTK: токенизации и лемматизации, векторного преобразования текста для выборки, полученной от преподавателя. Результаты работы привести в отчете.

Практическая работа №5 «Сегментация и классификация объектов на изображениях с помощью глубоких нейронных сетей»

Цель работы – написать программу на языке Python, использующую (на выбор) или библиотеку PyTorch или Keras, выполняющую две задачи: 1) классификацию изображений, 2) локализацию значимых областей на изображении, с применением сверточных нейронных сетей. Выборки изображений получены от преподавателя. В работе следует использовать процедуру аугментации данных и провести тестирование с сетью, полученной путем переноса обучения. Результаты работы привести в отчете.

Практическая работа №6 «Реализация чат-бот систем с помощью инструментов глубокого обучения»

Цель работы – написать программу чат-бота на языке Python, выполняющую задачу взаимодействия человека с ботом, использующий нейросетевой классификатор высказываний по одной из тем, которую предложил преподаватель. Результаты работы привести в отчете.

Практическая работа №7 «Генерация изображений и временных последовательностей»

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

Практическая работа №8 «Исследование процедуры дообучения нейронных сетей»

Цель работы – написать программу на языке Python, выполняющую построение и обучение модели классификатора (выборка изображений получена от преподавателя), а также привести эксперименты по дообучению нейронной сети путем добавления новых обучающих данных, в процессе функционирования модели. Показать на каких наборах данных модель сохраняет знания полученные ранее, а на каких начинает терять память о зависимостях. Результаты работы привести в отчете.

6. Преподавательский состав, реализующий дисциплину

Аксёнов Сергей Владимирович – канд. техн. наук, доцент кафедры теоретических основ информатики ТГУ.

7. Язык преподавания – русский.