МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИПИТР
_____ Д.М. Сонькин
« 26 » июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ *очная*

Нейронные сети

Направление подготовки/ специальность	**09.04.01 Информатика и вычислительная техника**		
Образовательная программа (направленность (профиль))	**Искусственный интеллект и машинное обучение**		
Специализация	**Искусственный интеллект и машинное обучение**		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	**2**	семестр	**3**
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	**3**		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		**16**
	Практические занятия		**-**
	Лабораторные занятия		**16**
	ВСЕГО		**32**
Самостоятельная работа, ч			**76**
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			**курсовой проект**
ИТОГО, ч			**108**

Вид промежуточной аттестации	**Экзамен, ДЗ, КП**	Обеспечивающее подразделение	**ОИТ**

Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры		Шерстнев В.С.
Руководитель ООП		Спицын В.Г.
Преподаватель		Спицын В.Г.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника ООП (п.5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-1	Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественно-научные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	И.ОПК(У)-1.1	Применяет при решении профессиональных задач математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания	ОПК(У)-2.1У1	Умеет строить задачи и разрабатывать алгоритмы и программные средства для ее решения с использованием методов машинного обучения, анализа научных литературных источников, проводить численные эксперименты и анализ полученных решений
				ОПК(У)-2.131	Знает технологии искусственного интеллекта, основанные на генетических алгоритмах; этапы работы генетического алгоритма; способы кодирования информации и формирования популяций
		И.ОПК (У)-1.3	Выбирает современные информационно-коммуникационные технологии при постановке и решении задач профессиональной деятельности	ОПК(У)-1.3У1	Умеет проектировать и реализовывать программное обеспечение при помощи современных платформ разработки программного обеспечения на языках C#, PHP, Python, Java
				ОПК(У)-1.331	Знает современные методы, средства и технологии развертывания программно-аппаратного обеспечения облачных инфраструктур
ОПК(У)- 5	Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированны х систем	И.ОПК (У)-5.1	Применяет знания современного программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач	ОПК(У)- 5.1В1	Владеет способностью использования языков программирования и инструментальных сред разработки
ОПК(У)- 8	Способен осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов	И.ОПК (У)-8.1	Выбирает методы и средства разработки программного обеспечения, оценивает сложность проектов, планирует ресурсы, контролирует сроки выполнения и оценивает качество полученного результата	ОПК(У)- 8.1У2	Умеет разрабатывать и применять алгоритмы машинного обучения для анализа данных
	Способен к созданию программного обеспечения для анализа, распознавания и	И.ПК(У)- 1.1	Разрабатывает программное обеспечение для анализа, распознавания и	ПК(У)- 1.1В1	Владеет опытом применения алгоритмов машинного обучения для анализа данных и обработки информации

ПК(У)-1	обработки информации, систем цифровой обработки сигналов		обработки информации		
		И.ПК(У)- 1.2	Выполняет реализацию и отладку алгоритмов машинного обучения	ПК(У)- 1.2В1	Владеет опытом настройки и отладки алгоритмов искусственного интеллекта
ПК(У)-3	Способен управлять процессами и проектами по созданию (модификации) информационных ресурсов	И.ПК(У)- 3.2	Выполняет оценку сложности, трудоемкости, сроков выполнения работ	ПК(У)- 3.232	Знает методы и способы управления разработкой программных проектов, оценки рисков и эффективности разработки

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		**Индикатор достижения компетенции**
Код	**Наименование**	
РД1	Знать: модели биологических нейронных сетей. Уметь применять различные модели нейронных сетей при решении задач обработки информации.	И.ОПК (У)-5.1 И.ПК(У)- 3.2
РД 2	Знать: модели искусственных нейронных сетей. Уметь: разрабатывать программные реализации нейронных сетей с целью обработки статических и видео изображений.	И.ОПК (У)-1.3 И.ОПК (У)-8.1 И.ПК(У)-1.1
РД 3	Знать: способы применения моделей нейронных сетей для обработки информации и распознавания образов. Владеть технологиями применения математических методов и практическими навыками нейросетевой обработки больших объемов пространственно-временных данных.	И.ОПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	**Формируемый результат обучения по дисциплине**	**Виды учебной деятельности**	**Объем времени, ч.**
Раздел 1. Биологические и искусственные нейронные сети.	РД 1	Лекции	**2**
		Практические занятия	**-**
		Лабораторные занятия	**-**
		Самостоятельная работа	**10**
Раздел 2. Однослойные и многослойные перцептроны	РД 1 РД 2 РД 3	Лекции	**2**
		Практические занятия	**2**
		Лабораторные занятия	**10**
		Самостоятельная работа	**26**

Раздел 3. Сети на основе радиальных базисных функций.	РД 2 РД 3	Лекции	**2**
		Практические занятия	**2**
		Лабораторные занятия	**10**
		Самостоятельная работа	**26**
Раздел 4. Машины опорных векторов.	РД 1 РД 3	Лекции	**2**
		Практические занятия	**2**
		Лабораторные занятия	**10**
		Самостоятельная работа	**26**
Раздел 5. Анализ главных компонент.	РД 2 РД 3	Лекции	**2**
		Практические занятия	**-**
		Лабораторные занятия	**-**
		Самостоятельная работа	**10**
Раздел 6. Карты самоорганизации Кохонена	РД 1 РД 2 РД 3	Лекции	**2**
		Практические занятия	**2**
		Лабораторные занятия	**10**
		Самостоятельная работа	**26**
Раздел 7. Биологически-правдоподобные модели нейронных сетей.	РД 1	Лекции	**4**
		Практические занятия	**-**
		Лабораторные занятия	**-**
		Самостоятельная работа	**24**

Раздел 1. ***Биологические и искусственные нейронные сети.***

Биологические предпосылки возникновения искусственных нейронных сетей. Структура человеческого мозга. Организация памяти в коре человеческого мозга. Модели визуального восприятия. Типы функций активации нейронов. Архитектура сетей. Сети прямого распространения. Рекуррентные сети. Обучение нейронных сетей. Обучение, основанное на коррекции ошибок. Обучение на основе памяти. Обучение Хебба. Конкурентное обучение. Обучение с учителем. Обучение с подкреплением. Обучение без учителя.

Темы лекций:

1. Организация памяти в коре человеческого мозга. Модели визуального восприятия. Архитектура сетей.

Раздел 2. ***Однослойные и многослойные перцептроны***

Однослойный перцептрон. Обучение перцептрона. Методы безусловной оптимизации. Метод наискорейшего спуска. Метод Ньютона. Метод Гаусса-Ньютона. Взаимосвязь персептрона и байесовского классификатора. Многослойный персептрон. Алгоритм обратного распространения ошибки. Извлечение признаков. Линейный дискриминант Фишера. Сети свертки.

Темы лекций:

2. Однослойный перцептрон. Обучение перцептрона. Многослойный перцептрон. Алгоритм обратного распространения ошибки.

Лабораторная работа:

1. Применение многослойного персептрона для прогнозирования временных рядов.
2. Применение многослойного персептрона для прогнозирования временных

рядов.

Практическое занятие:

1. Анализ алгоритма обратного распространения ошибки.

Раздел 3. ***Сети на основе радиальных базисных функций.***

Теорема Ковера о разделимости множеств. Разделяющая способность поверхности. Задача интерполяции. Теория регуляризации. Функция Грина. Решение задачи регуляризации. Многомерные функции Гаусса. Обобщенные сети на основе радиальных базисных функций. Свойства аппроксимации сетей RBF. Сравнение сетей RBF и многослойных персептронов.

Темы лекций:

3. Теорема Ковера о разделимости множеств. Разделяющая способность поверхности. Задача интерполяции. Обобщенные сети на основе радиальных базисных функций.

Лабораторная работа:

3. Разработка RBF-сети.
4. Разработка RBF-сети.

Практическое занятие:

2. Анализ работы нейронной сети на основе радиальных базисных функций.

Раздел 4. Машины опорных векторов.

Оптимальная гиперплоскость для линейно-разделимых образов. Оптимальная гиперплоскость для неразделимых образов. Архитектура машины опорных векторов. Машины опорных векторов для задач нелинейной регрессии.

Темы лекций:

4. Оптимальная гиперплоскость для линейно-разделимых образов. Оптимальная гиперплоскость для неразделимых образов. Архитектура машины опорных векторов.

Лабораторная работа:

5. Разработка машины опорных векторов.
6. Разработка машины опорных векторов.

Практическое занятие:

3. Анализ работы машины опорных векторов.

Раздел 5. Анализ главных компонент.

Анализ признаков на основе самоорганизации. Структура анализа главных компонент. Представление данных. Сокращение размерности. Фильтр Хебба для выделения максимальных собственных значений. Анализ главных компонент на основе правила Хебба.

Темы лекций:

5. Анализ признаков на основе самоорганизации. Структура анализа главных компонент. Представление данных. Сокращение размерности. Фильтр Хебба для выделения максимальных собственных значений.

Раздел 6. Карты самоорганизации Кохонена

Модели отображения признаков. Карты самоорганизации. Процессы

конкуренции, кооперации и адаптации. Варианты самоорганизующихся карт. Адаптивные тензорные веса. Самоорганизующиеся карты для символьных строк. Самоорганизующиеся карты с эволюционным обучением. Пакеты программ, реализующие самоорганизующиеся карты.

Темы лекций:

6. Модели отображения признаков. Карты самоорганизации. Процессы конкуренции, кооперации и адаптации. Варианты самоорганизующихся карт. Самоорганизующиеся карты для символьных строк.

Лабораторная работа:

7. Программная реализация самоорганизующихся карт Кохонена.
8. Программная реализация самоорганизующихся карт Кохонена.

Практическое занятие:

4. Анализ работы самоорганизующихся карт Кохонена.

Раздел 7. Карты самоорганизации Кохонена

Нейробиологические модели визуальной коры головного мозга. Биологически реалистичная модель зрения HMAX. Модель иерархической временной памяти HTM. Осцилляторные нейронные сети.

Темы лекций:

7. Понятие о нейросетевых системах. Биологические нейронные сети.
8. Понятие о нейросетевых системах. Биологические нейронные сети.

Тематики курсового проекта:

1. Применение комбинаций CHC и LSTM-сетей для понимания текстов.
2. Применение GAN для создания картин.
3. Применение генеративных моделей для создания фейковых лиц.
4. Применение GAN для генерации аудио.
5. Применение GAN/VAE для имитации человеческой речи.
6. Применение алгоритма роя частиц (PSO) для оптимизации архитектуры и весов связей нейронной сети.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних индивидуальных заданий и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Макшанов, А. В. Технологии интеллектуального анализа данных : учебное пособие / А. В. Макшанов, А. Е. Журавлев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 212 с. — ISBN 978-5-8114-4493-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/120063 (дата обращения: 30.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.Тадеусевич Р., Боровик Б., Гончаж Т., Леппер Б. Элементарное введение в технологию нейронных сетей с примерами программ. М.: Горячая линия-Телеком, 2011. – 408 с.
2. Спицын, В. Г. Интеллектуальные системы : учебное пособие / В. Г. Спицын, Ю. Р. Цой; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — URL: http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m428.pdf (дата обращения: 18.08.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.
3. Жданов, А. А. Автономный искусственный интеллект : учебное пособие / А. А. Жданов. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 362 с. — ISBN 978-5-00101-655-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/135544 (дата обращения: 30.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.Тим Джонс М. Программирование искусственного интеллекта в приложениях. М.: ДМК Пресс, 2012. – 312 с.
4. Рашка, С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения : руководство / С. Рашка ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 418 с. — ISBN 978-5-97060-409-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/100905 (дата обращения: 30.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Антонио, Д. Библиотека Keras – инструмент глубокого обучения. Реализация нейронных сетей с помощью библиотек Theano и TensorFlow / Д. Антонио, П. Суджит ; перевод с английского А. А. Слинкин. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 294 с. — ISBN 978-5-97060-573-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/111438 (дата обращения: 30.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Коэльо, Л. П. Построение систем машинного обучения на языке Python / Л. П. Коэльо, В. Ричарт ; перевод с английского А. А. Слинкин. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 302 с. — ISBN 978-5-97060-330-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/82818 (дата обращения: 18.09.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник / В. С. Ростовцев. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-3768-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

https://e.lanbook.com/book/122180 (дата обращения: 14.10.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Шарден, Б. Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python : учебное пособие / Б. Шарден, Л. Массарон, А. Боскетти ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 358 с. — ISBN 978-5-97060-506-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/105836 (дата обращения: 30.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2 Информационное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. http://raai.org/ – Российская ассоциация искусственного интеллекта.
2. http://www.niisi.ru/iont/ni – Российская ассоциация нейроинформатики.
3. http://www.niisi.ru/iont/ni/Journal/ – Электронный журнал «Нейроинформатика»

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb.

Используемое лицензионное программное обеспечение (в соответствии с Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ):

1. Visual Studio Pro2012.
2. Microsoft Office Standart 2016.
3. MATLAB Classroom From 10 to 24 Group All Platform Licenses (per License).

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 402А	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Компьютер - 12 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2	Экран проекционный с электроприводом Lumien Master Control(LMC-100108) 153x203 см - 1 шт.; Комплект громкоговорителей —APART SDQ5PIR-W и Врезная проводная панель удаленного управления APART ACPR - 1 шт.; IP-камера купольная стационарная D-Link DCS-6210 - 1 шт.;

	410	Доска аудиторная настенная - 1 шт.;Шкаф для документов - 1 шт.;Комплект учебной мебели на 26 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 09.04.01 Информатика и вычислительная техника / Искусственный интеллект и машинное обучение (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Профессор ИШИТР		Спицын В.Г.

Программа одобрена на заседании Отделения информационных технологий ИШИТР (протокол №13 от 28.06.2019 г.).

Заведующий кафедрой – руководитель отделения на правах кафедры / В.С. Шерстнев

подпись

Лист изменений

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании отделения ИТ (протокол)
2019/2020 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	№13 от 28.06.2019 г.