

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИИТР

Д.М. Сонькин

« 26 » июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Нейроэволюционные вычисления

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	1	семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	-	
	ВСЕГО	32	
Самостоятельная работа, ч		76	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной
аттестации

Экзамен

Обеспечивающее
подразделение

**ОИТ
ИШИТР**

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения на
правах кафедры

Руководитель ООП

Преподаватель

	Шерстнев В.С.
	Спицын В.Г.
	Спицын В.Г.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 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)-1.2	Выполняет реализацию и отладку алгоритмов машинного обучения	ПК(У)-1.2В1	Владеет опытом настройки и отладки алгоритмов искусственного интеллекта
				ОПК(У)-1.231	Знает основные компоненты алгоритмов машинного обучения; этапы обучения алгоритмов искусственного интеллекта
		И.ОПК(У)-1.3	Выбирает современные информационно-коммуникационные технологии при установке 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 автоматизированных 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
ПК(У)-1	Способен к созданию программного обеспечения для анализа, распознавания и обработки информации, систем цифровой обработки сигналов	И.ПК(У)-1.1	Разрабатывает программное обеспечение для анализа, распознавания и обработки информации	ПК(У)-1.131	Знает основные компоненты алгоритмов машинного обучения; этапы обучения алгоритмов искусственного интеллекта
		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)-3.2В1	Владеет опытом оценки трудоемкости и сроков выполнения проектов по созданию (модификации) информационных ресурсов

2. Место дисциплины (модуля) 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 существующие нейроэволюционные алгоритмы	И.ОПК(У)-1.3
РД2	Знать варианты применения эволюционного подхода для настройки искусственной нейронной сети	И.ОПК(У)-5.1
РД3	Знать способы кодирования информации для эволюционного поиска структуры и весов искусственной нейронной сети	И.ОПК(У)-1.3
РД4	Знать преимущества и недостатки применения нейроэволюционных алгоритмов	И.ОПК(У)-1.2
РД5	Знать методы адаптации параметров эволюционного поиска для повышения эффективности работы нейроэволюционных алгоритмов	И.ОПК(У)-8.1
РД6	Знать примеры применения нейроэволюционных алгоритмов для решения задач управления, распознавания образов и обработки изображений	И.ОПК(У)-8.1
РД7	Уметь выполнять грамотную постановку задач, возникающих в практической деятельности, для их решения с помощью нейроэволюционных алгоритмов	И.ОПК(У)-8.1
РД8	Уметь проводить анализ задачи для выбора наилучшего способа эволюционной настройки нейронной сети, подходящего для конкретной задачи	И.ПК(У)-3.2
РД9	Уметь составлять программы на языке программирования высокого уровня, использующие нейроэволюционный подход	И.ПК(У)-3.2
РД10	Уметь проводить анализ работы нейроэволюционного алгоритма с выявлением его сильных и слабых сторон	И.ПК(У)-1.2
РД11	Владеть технологией применения нейроэволюционных вычислений для решения практических задач, навыками создания и тестирования нейроэволюционных алгоритмов на одном из языков программирования высокого уровня	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2 И.ОПК(У)-1.2

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

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Искусственные нейронные сети	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	10
Раздел (модуль) 2. Эволюционные алгоритмы	РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	10
Раздел (модуль) 3. Нейроэволюционные алгоритмы.	РД3 РД4 РД5	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	16
Раздел (модуль) 4. Нейроэволюционные алгоритмы с прямым кодированием и их применение.	РД6 РД7 РД8	Лекции	3
		Практические занятия	3
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 5. Нейроэволюционные алгоритмы с косвенным кодированием и их применение.	РД9 РД10 РД11	Лекции	3
		Практические занятия	3
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Искусственные нейронные сети.

Биологический и формальный нейрон. Архитектура нейронных сетей. Классификация нейронных сетей. Основные принципы обучения нейронных сетей. Способы вычисления выходного сигнала ИНС. Теорема Коэна-Гроссберга. Общие сведения о применении нейронных сетей для решения задач классификации, аппроксимации, моделирования и управления.

Темы лекций:

1. Биологический и формальный нейрон. Архитектура нейронных сетей. Классификация нейронных сетей. Основные принципы обучения нейронных сетей.
2. Сети Хопфилда. Карты Кохонена.
3. Радиально-базисные нейронные сети. Общие сведения о применении нейронных сетей для решения задач классификации, аппроксимации, моделирования и управления.

Практическое занятие:

1. Реализация ИНС для классификации данных из тестового набора Proben 1.

Раздел 2. Эволюционные алгоритмы.

Эволюционный алгоритм. Виды эволюционных алгоритмов. Функция приспособленности. Целочисленное и вещественное кодирование информации. Основные операторы эволюционного поиска и их разновидности. Применение эволюционных алгоритмов для решения оптимизационных задач. Параметры и адаптация параметров. Теорема об отсутствии бесплатных обедов. Алгоритмы оценки распределений. Системы классификаторов. Генетическое программирование.

Темы лекций:

4. Применение эволюционных алгоритмов для решения оптимизационных задач. Параметры и адаптация параметров. Эволюционные стратегии. Алгоритмы оценки распределений. Системы классификаторов. Генетическое программирование. Алгоритм дифференциальной эволюции.

Практическое занятие:

1. Решение задачи оптимизации многопараметрической функции при помощи генетического алгоритма на базе модели
 - a. Генитор
 - b. СНС
 - c. Гибридной модели
 - d. Островной модели

Раздел 3. Нейроэволюционные алгоритмы.

Классификация задач, решаемых с использованием нейроэволюционных алгоритмов. Способы кодирования информации о нейронных сетях: прямое и косвенное кодирование. Операторы скрещивания и мутации для нейронных сетей. Общие принципы применения нейроэволюционных алгоритмов для решения практических задач.

Темы лекций:

5. Нейроэволюционные алгоритмы. Совместное использование методов вычислительного интеллекта и машинного обучения.
6. Решение задач классификации, аппроксимации, кластеризации, управления. Открытые библиотеки и программы для методов вычислительного интеллекта.

Практическое занятие:

1. Настройка весов связей ИНС при помощи ГА с прямым кодированием.

Раздел 4. *Нейроэволюционные алгоритмы с прямым кодированием и их применение.*

Алгоритмы ESP и Hierarchical ESP. Алгоритм Китано. Алгоритм SANE. Алгоритм NeVA. Алгоритм NEAT. Negative Correlation Learning.

Темы лекций:

7. Алгоритмы ESP и H-ESP. Открытые библиотеки и программы для методов вычислительного интеллекта.

Практическое занятие:

1. Настройка весов и структуры ИНС при помощи алгоритма ESP или SANE.

Раздел 1. *Нейроэволюционные алгоритмы с косвенным кодированием и их применение.*

Алгоритм Hyper-NEAT. Алгоритм клеточного кодирования. Алгоритм AGE. Общие принципы гибридизации нейроэволюционных алгоритмов. Особенности решения практических задач с использованием нейроэволюционных алгоритмов.

Темы лекций:

8. Алгоритмы NEAT. Открытые библиотеки и программы для методов вычислительного интеллекта.

Практическое занятие:

1. Настройка весов и структуры ИНС при помощи алгоритма Hyper-NEAT или AGE.

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****Основная литература:**

1. Спицын В.Г. Интеллектуальные системы: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Г. Спицын, Ю. Р. Цой; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт кибернетики (ИК), Кафедра вычислительной техники (ВТ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.6 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — Заглавие с титульного экрана. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m428.pdf>
2. Спицын В.Г. Представление знаний в информационных системах: учебное пособие / В. Г. Спицын, Ю. Р. Цой; Томский политехнический университет.

— Томск: Изд-во ТПУ, 2006. — 146 с.: ил.. — Учебники Томского политехнического университета. — Библиогр.: с. 141-143.

3. Гладков, Л. А. Генетические алгоритмы: учебник / Л. А. Гладков, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 368 с. — ISBN 978-5-9221-0510-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2163> (дата обращения: 30.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература (указывается по необходимости)

1. Курейчик, В. В. Теория эволюционных вычислений: монография / В. В. Курейчик, В. М. Курейчик, С. И. Родзин. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 260 с. — ISBN 978-5-9221-1390-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5278> (дата обращения: 30.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Саймон, Д. Алгоритмы эволюционной оптимизации / Д. Саймон ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва: ДМК Пресс, 2020. — 940 с. — ISBN 978-5-97060-707-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131724> (дата обращения: 30.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. 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.
4. Шакла Нишант. Машинное обучение и TensorFlow. - Санкт-Петербург: Питер, 2019. - 336 с. - ISBN 978-5-4461-0826-8. - URL: <http://new.ibooks.ru/bookshelf/365270/reading> (дата обращения: 18.09.2019). - Текст: электронный.
5. 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: 18.09.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Информационное и программное 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>.

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. 2 402	Лабораторная установка конфигурации 2 - 1 шт.; Учебный лабораторный комплекс SDK-2.1 - 8 шт.; Учебный лабораторный комплекс SDK-1.1 - 4 шт.; Учеб. лабор. комплекс SDK 1.1 - 4 шт.; Учебный лабораторный комплекс SDK-6.1 - 8 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; 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. 2 410	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.; 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.