

Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ
им. П.О. Сухого

 О.Д. Асенчик

«27» 08 2018

Регистрационный № УД-44-54/уз

ВВЕДЕНИЕ В НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-40 05 01 «Информационные системы и технологии (по направлениям)»

2018

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования первой ступени ОСВО 1-40 05 01; учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-40 05 01 «Информационные системы и технологии (по направлениям)», регистрационные №№ 1 40-1-06/уч. 21.05.2018, 1 40-1-07/уч. 23.05.2018, 1 40-1-13/уч. 23.05.2017, 1 40-1-14/уч. 22.05.2017, 1 40-1-15/уч. 23.05.2017, 1 40-1-07/уч. 11.02.2016, 1 40-1-30/уч. 17.02.2016.

СОСТАВИТЕЛЬ:

К.С. Курочка, заведующий кафедрой «Информационные технологии» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А.Н. Семенюта, заведующий кафедрой информационно-вычислительных систем УО «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации», доктор технических наук, профессор;

Ю.В. Крышнёв, заведующий кафедрой «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Информационные технологии» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 15 от 28.05.2018 г.);

Научно-методическим советом факультета автоматизированных и информационных систем учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 19 от 04.06.2018 г.); *УДЗ-04-52/42*

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 5 от 7.06.2018 г.); *УДЗ-138-164*

Научно-методическим Советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 5 от 26.06.2018 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Введение в нейронные сети» предусматривает изучение методов моделирования искусственных нейронных сетей и технологий их применения в системах обработки данных.

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель преподавания учебной дисциплины «Введение в нейронные сети» – обеспечить студентов необходимыми теоретическими знаниями, сформировать компетенции и практические навыки, необходимые специалистам в области системного анализа и компьютерного моделирования.

Целью изучения учебной дисциплины также является формирование знаний в области теории и практики имитационного моделирования, изучение методов создания имитационных моделей и проведения вычислительных экспериментов.

Задачи дисциплины состоят в обучении студентов навыкам построения и обучения искусственных нейронных сетей, а также решения практических задач с их использованием.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалистов, связи с другими учебными дисциплинами.

Учебная дисциплина «Введение в нейронные сети» базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин как «Теория вероятностей и математическая статистика» и «Объектно-ориентированное программирование».

Знания и умения, полученные студентами при изучении учебной дисциплины, необходимы для освоения последующих учебных дисциплин: «Основы интеллектуального анализа данных», «Базы знаний и поддержка принятия решений в САП».

Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- архитектуру многослойных однонаправленных нейронных сетей, методы и основные алгоритмы их обучения;
- методы сбора и предварительной обработки данных, используемых для обучения и тестирования;
- методы оценки качества обучения нейронной сети;
- структуру глубоких, гибридных и нечетких нейронных сетей;
- основные принципы проектирования систем обработки данных с использованием искусственных нейронных сетей;

уметь:

- моделировать однослойные и многослойные однонаправленные нейронные сети;
- решать типовые задачи обработки данных с использованием моделей нейронных сетей (классификация, распознавание, прогнозирование);
- творчески и эффективно использовать полученные знания в профессиональной деятельности.

владеть:

- исследовательскими навыками;
- междисциплинарным подходом при решении задач;
- основными методами проектирования, обучения и использования нейронных сетей.

Освоение учебной дисциплины согласно стандарту специальности должно обеспечить формирование следующих компетенций:

- АК-1 – способность самостоятельной научно-исследовательской деятельности, готовность генерировать и использовать новые идеи;
- АК-2 – методологические знания и исследовательские умения, обеспечивающие решение задач научно-исследовательской, научно-педагогической, организационно-управленческой и инновационной деятельности;
- АК-3 – способность к постоянному самообразованию;
- СЛК-1 – совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности;
- ПК-НИ-1 – осуществлять сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- ПК-НИ-2 – разрабатывать методики проектирования и построения математических моделей процессов и объектов;
- ПК-НИ-3 – выполнять моделирование процессов и объектов на базе пакетов автоматизированного проектирования и исследований;
- ПК-ОУ-1 – принимать оптимальные управленческие решения;
- ПК-ОУ-2 – находить компромисс между различными требованиями, как при долгосрочном, так и при краткосрочном планировании;
- ПК-ОУ-3 – осваивать и реализовывать управленческие инновации в профессиональной деятельности;
- ПК-И-1 – формировать новые конкурентоспособные идеи в области теории и практики информационных технологий и систем;
- ПК-И-2 – разрабатывать методы решения нестандартных задач и новые методы решения традиционных задач;
- ПК-И-3 – воспроизводить знания для практической реализации новшеств;
- ПК-3 – работать с научно-технической информацией с использованием современных информационных технологий;
- ПК-4 – разрабатывать алгоритмы моделирования нейронных сетей и программы обработки данных с использованием этих алгоритмов;

- ПК-5 – составлять отчеты и презентации по исследовательской работе;
- ПК-6 – формулировать выводы и рекомендации по применению результатов научно-исследовательской работы;
- ПК-13 – реализовывать на практике современные подходы к построению энергоэффективных аппаратных реализаций нейронов и систем на их основе;
- ПК-15 – анализировать режимы работы микросистем сбора обработки данных;
- ПК-18 – разрабатывать математические модели нейронных сетей и проводить вычислительные эксперименты при решении задач проектирования и оптимизации систем обработки данных;
- ПК-22 – пользоваться глобальными информационными ресурсами.

Общее количество часов, количество аудиторных часов, трудоемкость учебной дисциплины.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебными планами университета по специальности, составляет 104/108 часов. Аудиторных часов по дневной форме получения образования – 63/48, по заочной полной – 12/10. Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма получения высшего образования: дневная, заочная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

	ДО	ЗО
Курс	2/3	2,3/3
Семестр	4/5	4,5/5,6
Лекции (часов)	17/32	8/6
Практические занятия (часов)	12/-	-
Лабораторные занятия (часов)	34/16	4
Всего аудиторных (часов)	63/48	12/10

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине

Экзамен	5	6
Зачет	4	5

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Основные этапы развития теории нейронных сетей

Тема 1.1. Биологические и искусственные нейронные сети.

Модели восприятия и обработки информации. Исторические аспекты развития теории и практики нейронных сетей. Биологический прототип. Формальная модель нейрона. Пороговая функция активации. Сеть Маккалока-Питтса. Спайковые нейронные сети. Программные и аппаратные модели нейронных сетей. Тенденции развития нейрокомпьютеров. Контролируемое и неконтролируемое обучение. Правило Хсбба.

Тема 1.2. Персептроны и радиально-базисные сети.

Персептрон Розенблатта. Модель однослойного персептрона. Правило обучения персептрона. Теорема об обучении. Примеры практического применения. Обучение однослойной нейронной сети. Алгоритм Уидроу-Хоффа. Многослойный персептрон. Многослойные полносвязанные сети. Дифференцируемые активационные функции. Проблема линейной неразделимости и ее преодоление. Радиально-базисная сеть и особенности ее обучения.

Тема 1.3. Контролируемое обучение нейросетей.

Алгоритмы обучения. Градиентные методы. Метод обратного распространения ошибки для нейросети с одним и несколькими скрытыми слоями. Проблема локальных минимумов. Потеря градиента и паралич сети.

Тема 1.4. Машина опорных векторов.

Размерность Вапника-Червоненкинса. Опорные вектора. Постановка линейной задачи: оптимизационная задача с ограничениями. Примеры применения машин опорных векторов.

Раздел 2. Обработка данных однонаправленными сетями

Тема 2.1. Задача классификации.

Основные этапы решения задач с использованием нейронных сетей и машин опорных векторов. Использование специальных языков для работы с нейронными сетями.

Тема 2.2. Распознавание образов.

Подготовка данных. "Проклятие размерности". Понижение размерности задачи. Извлечение признаков. Распознавание дефектов изделий. Биометрическая идентификация.

Тема 2.3. Нейросетевая аппроксимация и моделирование.

Аппроксимация с использованием экспериментальных данных. Аппроксимация персептроном и сетью на основе радиально-базисных функций. Пример практического применения в атомно-эмиссионной спектроскопии.

Тема 2.4. Анализ временных рядов.

Метод скользящего окна. Финансовые временные ряды и методы их предсказания. Примеры прогнозирования с использованием персептрона и сети Элмана.

Раздел 3. Нейронные сети с обратными и латеральными связями

Тема 3.1. Сети с обратными связями.

Сеть Хопфилда. Сеть Хэммига. Ассоциативная память. Сети Элмана и Джордана.

Тема 3.2. Стохастические нейронные сети и алгоритмы.

Стохастическое обучение. Подобие нейронного ансамбля и термодинамической системы. Стохастический нейрон. Полносвязанная модель машины Больцмана. Ограниченная машина Больцмана.

Тема 3.3. Сети с латеральными связями.

Слой и самоорганизующаяся карта Кохонена. Конкуренсное обучение. Правило Кохонена. Проблема мертвых нейронов и ее преодоление. Неконтролируемое обучение.

Тема 3.4. Автоассоциативные сети.

Метод обучения Хебба. Применение автоассоциативных сетей. Примеры неконтролируемого обучения. Кластеризация и разделение источников. Архитектура автоэнкодера.

Раздел 4. Глубокие, гибридные и нечеткие нейронные сети

Тема 4.1. Адаптивная резонансная теория.

Недостатки простых сетей. Модели зрительной системы. Модели памяти. Реализация сети Гроссберга.

Тема 4.2. Глубокие нейронные сети.

Когнитрон и неокогнитрон Фукушимы. Возбуждающие и тормозящие нейроны. Области связи. Особенности обучения когнитрона в сравнении с персептроном.

Тема 4.3. Реализация глубоких сетей.

Технология обучения и практической реализации. Архитектура сверточной нейронной сети. Глубокие нейронные сети доверия. Примеры применения.

Тема 4.4. Нечеткие нейронные сети.

Основы теории нечетких множеств. Понятие лингвистической переменной. Функции принадлежности. Системы нечеткого вывода и нечеткие нейронные сети.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Основные этапы развития теории нейронных сетей	4/8	4		10/4			
1.1	Биологические и искусственные нейронные сети.	1/2						Э
1.2	Перцептроны и радиально-базисные сети.	1/2						Э
1.3	Контролируемое обучение нейросетей.	1/2			6/2			Э, ЗЛР
1.4	Машина опорных векторов.	1/2			4/2			Э, ЗЛР
2	Обработка данных однонаправленными сетями	4/8	2		8/4			
2.1	Задача классификации.	1/2			4/2			Э, ЗЛР
2.2	Распознавание образов.	1/2						Э
2.3	Нейросетевая аппроксимация и моделирование.	1/2						Э
2.4	Анализ временных рядов.	1/2			4/2			Э, ЗЛР
3	Нейронные сети с обратными и латеральными связями	4/8	4		8/4			
3.1	Сети с обратными связями.	1/2			4/2			Э, ЗЛР
3.2	Стохастические нейронные сети и алгоритмы.	1/2						Э
3.3	Сети с латеральными связями.	1/2			4/2			Э, ЗЛР
3.4	Автоассоциативные сети.	1/2						Э
4	Глубокие, гибридные и нечеткие нейронные сети	5/8	2		8/4			
4.1	Адаптивная резонансная теория.	1/2						Э
4.2	Глубокие нейронные сети.	1/2			4/2			Э, ЗЛР
4.3	Реализация глубоких сетей.	1/2			4/2			Э, ЗЛР
4.4	Нечеткие нейронные сети.	2						Э
	ИТОГО	17/32	12/-		34/16			

Э - Экзамен

Э, ЗЛР – экзамен, защита лабораторных работ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Основные этапы развития теории нейронных сетей	2/1			1			
1.1	Биологические и искусственные нейронные сети.	0,5/-						
1.2	Персептроны и радиально-базисные сети.	0,5/-						
1.3	Контролируемое обучение нейросетей.	0,5/0,5						
1.4	Машина опорных векторов.	0,5/0,5			1			
2	Обработка данных однонаправленными сетями	2/1			2			
2.1	Задача классификации.	0,5/-			1			
2.2	Распознавание образов.	0,5/-			1			
2.3	Нейросетевая аппроксимация и моделирование.	0,5/0,5						
2.4	Анализ временных рядов.	0,5/0,5						
3	Нейронные сети с обратными и латеральными связями	2/2			1			
3.1	Сети с обратными связями.	0,5/0,5			1			
3.2	Стохастические нейронные сети и алгоритмы.	0,5/0,5						
3.3	Сети с латеральными связями.	0,5/0,5						
3.4	Автоассоциативные сети.	0,5/0,5						
4	Глубокие, гибридные и нечеткие нейронные сети	2/2						
4.1	Адаптивная резонансная теория.	0,5/0,5						
4.2	Глубокие нейронные сети.	0,5/0,5						
4.3	Реализация глубоких сетей.	0,5/0,5						
4.4	Нечеткие нейронные сети.	0,5/0,5						
	ИТОГО	8/6			4			

Э - Экзамен

Э, ЗЛР – экзамен, защита лабораторных работ

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс. Изд. 2-е. М.–СПб. – Киев. Изд. Дом «Вильямс», 2017. – 1103 с.
2. Вентцель, Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель. – М: Паука, 1991. – 383 с.
3. Советов Б. Я. Моделирование систем : учебник для вузов. – Изд. 5-е, стер.. – Москва : Высш. шк., 2007. – 343 с.

Дополнительная литература

1. Барский, А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений / А.Б. Барский. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 176 с.
2. Гаврилова, Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
3. Коломоец, Ф.Г. Основы системного анализа и теория принятия решений: пособие для исследователей, управленцев и студентов вузов / Ф.Г. Коломоец. – Минск.: Тесей, 2006. – 320 с.
4. Максимей, И.В. Математическое моделирование больших систем: уч. пособие для спец. «Прикладная математика» / И.В. Максимей. – Минск.: Выш. шк., 1985. – 119 с.
5. Четвериков, В.Н. Стохастические вычислительные устройства систем моделирования / В.Н. Четвериков, Э.А. Баканович. – М.: Машиностроение, 1989. – 272 с.
6. Aksyonov, K.A. Multiagent genetic optimisation to solve the project scheduling problem under uncertainty / K.A. Aksyonov, A.S. Antonova // International Journal on Advances in Software, vol. 7, no. 1&2, June, 2014, pp. 1-19.
7. Aksyonov, K. Real time simulation models integrated into the corporate information systems / K. Aksyonov, E. Bykov, O. Aksyonova // 33rd Chinese Control Conference, CCC 2014; Nanjing; China; 28 July 2014 through 30 July 2014, P. 6810-6813.

Список литературы составлен автором (Киселева Л.В.)

Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов и технических средств обучения

Перечень компьютерных программ:

1. Любая среда разработки программного обеспечения на языке C/C++
2. Любая среда разработки программного обеспечения на языке Python
3. Компилятор gcc
4. Компилятор Python 3.5.0 и новее
5. Библиотека компьютерного зрения с открытым исходным кодом OpenCV

Примерный перечень тем лабораторных работ

1. Метод опорных векторов
2. Распознавание образов
3. Сети с обратными связями
4. Проектирование и обучение глубинных нейронных сетей
5. Проектирование и обучение сверточных и рекуррентных нейронных сетей

Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

Студент согласно графика учебного процесса должен посещать все виды занятий, своевременно выполнять и защищать лабораторные работы, отвечать на теоретические вопросы при защите лабораторных работ.

Примерный перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы

1. Модели восприятия и обработки информации.
2. Исторические аспекты развития теории и практики нейронных сетей.
3. Биологический прототип нейронных сетей.
4. Формальная модель нейрона.
5. Пороговая функция активации.
6. Сеть Маккалока-Питтса.
7. Спайковые нейронные сети.
8. Программные и аппаратные модели нейронных сетей.
9. Тенденции развития нейрокомпьютеров.
10. Контролируемое и неконтролируемое обучение.
11. Правило Хебба.
12. Персептрон Розенблатта.
13. Модель однослойного персептрона.
14. Правило обучения персептрона.
15. Теорема об обучении.
16. Обучение однослойной нейронной сети.
17. Алгоритм Уидроу-Хоффа.
18. Многослойный персептрон.
19. Многослойные полносвязанные сети.
20. Дифференцируемые активационные функции.
21. Проблема линейной неразделимости и ее преодоление.
22. Радиально-базисная сеть и особенности ее обучения
23. Алгоритмы обучения нейронных сетей.
24. Градиентные методы обучения нейронных сетей.
25. Метод обратного распространения ошибки для нейросети с одним и несколькими скрытыми слоями.

26. Проблема локальных минимумов.
27. Потеря градиента и паралич сети.
28. Размерность Вапника-Червопенкина.
29. Опорные вектора.
30. Постановка линейной задачи: оптимизационная задача с ограничениями.
31. Примеры применения машин опорных векторов.
32. Основные этапы решения задач с использованием нейронных сетей и машин опорных векторов.
33. Использование специальных языков для работы с нейронными сетями.
34. Подготовка данных. "Проклятие размерности".
35. Понижение размерности задачи. Извлечение признаков.
36. Распознавание дефектов изделий.
37. Биометрическая идентификация.
38. Аппроксимация с использованием экспериментальных данных.
39. Аппроксимация персептроном и сетью на основе радиально-базисных функций.
40. Пример практического применения в атомно-эмиссионной спектроскопии.
41. Метод скользящего окна.
42. Финансовые временные ряды и методы их предсказания.
43. Примеры прогнозирования с использованием персептрона и сети Элмана.
44. Сеть Хопфилда.
45. Сеть Хэммига.
46. Ассоциативная память.
47. Сети Элмана и Джордана.
48. Стохастическое обучение.
49. Подобие нейронного ансамбля и термодинамической системы.
50. Стохастический нейрон.
51. Полносвязанная модель машины Больцмана.
52. Ограниченная машина Больцмана.
53. Слой и самоорганизующаяся карта Кохонена.
54. Конкурентное обучение.
55. Правило Кохонена.
56. Проблема мертвых нейронов и ее преодоление.
57. Неконтролируемое обучение.
58. Метод обучения Хебба.
59. Применение автоассоциативных сетей.
60. Примеры неконтролируемого обучения.
61. Кластеризация и разделение источников.
62. Архитектура автоэнкодера.
63. Недостатки простых сетей.
64. Модели зрительной системы.
65. Модели памяти.
66. Реализация сети Гроссберга.
67. Когнитрон и неокогнитрон Фукушимы.

- 68 Возбуждающие и тормозящие нейроны.
- 69 Области связи.
- 70 Особенности обучения когнитрона в сравнении с персептроном.
- 71 Технология обучения и практической реализации глубоких сетей.
- 72 Архитектура сверточной нейронной сети.
- 73 Глубокие нейронные сети доверия.
- 74 Основы теории нечетких множеств.
- 75 Понятие лингвистической переменной.
- 76 Функции принадлежности.
- 77 Системы нечеткого вывода и нечеткие нейронные сети.

Диагностика компетенций студента

Для оценки достижений студентов рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам курса;
- письменные отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;
- выступление студентов с докладами на студенческих научно-практических конференциях;
- сдача зачета по дисциплине;
- сдача экзамена по дисциплине.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Основы интеллектуального анализа данных	ИТ		
Базы знаний и поддержка принятия решений в САП	ИТ		

Зав. кафедрой ИТ



К.С. Курочка

Библиотека ГГУ