

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе  
и образовательным инновациям

Чуприс О. И.

« 4 ~~сентябрь~~ 2018 г.

Регистрационный № УД-6039 /уч.

## **НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальностей:**

1-98 80 02

Математическое и программное  
обеспечение информационной безопасности

1-31 80 09

Прикладная математика и информатика

2018 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-98 80 02-2012; учебного плана Р98-253/уч., утв. 26.05.2017; ОСВО 1-31 80 09-2012; учебного плана Г31-252/уч., утв. 26.05.2017

## **СОСТАВИТЕЛЬ**

А. А. Воронов, доцент кафедры информационных систем управления Белорусского государственного университета, кандидат технических наук, доцент.

## **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой информационных систем управления БГУ (протокол № 13 от 26.04.2018);

Научно-методическим Советом БГУ (протокол № 5 от 04.05.2018)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Цель** учебной дисциплины «Нейросетевые технологии обработки данных» – обучение студентов методам и технологиям построения, исследования и оптимизации нейросетевых моделей сложных систем.

В рамках поставленной цели **задачи** учебной дисциплины состоят в следующем:

- обучение основам знаний по следующим направлениям: элементы прикладной теории обработки данных и изображений, идентификации и распознавания образов;
- ознакомление с методами, алгоритмами и программными средствами обработки данных и изображений, распознавания образов; теории динамических систем с дискретным и непрерывным временем;
- ознакомление с техниками решения класса актуальных прикладных задач, включающих основные этапы распознавания образов;
- ознакомление студентов с основными моделями нейронных сетей;
- ознакомление студентов с основными методами оптимизации моделей нейронных сетей;
- формирование у студентов навыков исследования сложных систем путем вычислительного эксперимента с использованием современных вычислительных средств.

Учебная дисциплина по выбору «Нейросетевые технологии обработки данных» относится к циклу дисциплин спец. подготовки.

Основой для изучения этой дисциплины являются курсы первой ступени «Математический анализ», «Геометрия и алгебра», «Дифференциальные уравнения» (или «Высшая математика» с включением соответствующих разделов).

Учебный материал, излагаемый в учебной дисциплине «Нейросетевые технологии обработки данных», связан с учебной дисциплиной «Численные методы и программные средства компьютерного моделирования и анализа» из компонента учреждения высшего образования.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

### **знать**

- основные понятия из теории нейронных сетей, теории обработки данных и изображений;
- методы и алгоритмы предварительной обработки данных и изображений, способы применения нейросетевых технологий для такой обработки;
- методы и алгоритмы сжатия данных и изображений при помощи нейросетевых технологий, а также технологии построения классификаторов;

- методы оптимизации сложных нейросетевых моделей

**уметь**

- строить математические модели для решения типовых классов прикладных задач;
- применять методы оптимизации нейросетевых моделей для решения прикладных задач

**владеть**

- основными методами и алгоритмами обработки данных и изображений для построения цифровых распознающих комплексов в различных областях;
- навыками построения нейросетевых математических моделей, методов, компьютерных технологий и систем поддержки принятия решений в научных исследованиях, проектно-конструкторской деятельности, управлении технологическими, экономическими, социальными системами и в гуманитарных областях деятельности;
- навыками компьютерной реализации методов моделирования и оптимизации сложных систем.

Освоение учебной дисциплины «Нейросетевые технологии обработки данных» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

**академические компетенции:**

АК-2. Методологические знания и исследовательские умения, обеспечивающие решение прикладных задач и инновационной деятельности;

**социально-личностные компетенции:**

СЛК-1. Учитывать социальные и нравственно-этические нормы в социально-профессиональной деятельности;

СЛК-4. Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности;

СЛК-7. Проявлять инициативу и креативность, в том числе в нестандартных ситуациях;

**профессиональные компетенции:**

ПК-1. Квалифицированно использовать современные достижения по разработке и анализу математических моделей, методов компьютерного анализа данных и современные информационные технологии;

ПК-3. Самостоятельно разрабатывать эффективные численные методы и алгоритмы, а также интегрировать их в компьютерные системы анализа данных;

ПК-4. Обосновывать выбор методов и инструментов для решения прикладных задач.

В соответствии с учебным планом специальности 1-98 80 02 «Математическое и программное обеспечение информационной безопасности» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины всего 104 часов, из них 40 аудиторных часов, в том числе лекций – 20 часов, лабораторных занятий – 20 часов. Трудоемкость учебной дисциплины для указанной специальности составляет 3 зачетных единиц.

В соответствии с учебным планом специальности 1-31 80 09 «Прикладная математика и информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины всего 104 часа, из них 40 аудиторных часов, в том числе лекций – 20 часов, лабораторных занятий – 20 часов. Трудоемкость учебной дисциплины для указанной специальности составляет 3 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет в 3 семестре.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **Тема 1. Введение в курс.**

Искусственные нейронные сети. Понятие сложной нейронной системы. Структурная и динамическая сложность. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Примеры нейросетевых моделей.

### **Тема 2. Нейросетевые системы.**

Модель нейронной сети. Модель персептрана. Обучающий алгоритм персептрана для двухклассового распознавания. Обобщенный алгоритм персептрана для распознавания  $k$ - классов образов. Определение нейронной сети и системы.

### **Тема 3. Функции активации в нейронных сетях.**

Схематическое изображение нейрона в виде процессора с  $N$  входами и одним выходом. Основные функции активации в нейронных сетях: линейные, кусочно-линейные, сигмоидальные. Топология нейронной сети. Типы связей и схемы связей в нейронных сетях.

### **Тема 4. Классификация нейросетевых систем.**

Алгоритмы обучения различных нейронных сетей Хопфилда, Кохонена, Гроссберга и многослойного персептрана. Бинарные и аналоговые нейронные сети. Нейронные сети с супервизором (учителем) и без супервизора. Нейронная сеть Холфилда и алгоритм её обучения.

### **Тема 5. Многослойный персептрон.**

Многослойный персептрон с обратным распространением ошибки. Трёхслойная топология персептрана и алгоритм настройки его весов.

**Тема 6. Нейронная сеть на основе (РБФ)радиальной базисной функции.** Сеть встречного распространения. Обучение слоя Кохонена и алгоритм обучения слоя Гроссберга.

### **Тема 7. Сверточные нейронные сети.**

Слои свертки и обобщения. Специфика функций активации для сверточных нейронных сетей. Нормализация. Примеры использования технологии сверточных нейронных сетей.

### **Тема 8. Технология глубокого обучения.**

Ограниченнная машина Больцмана. Глубокая нейросеть с инициализацией весов от SAE. Глубокая нейросеть с инициализацией весов от SRBM.

### **Тема 9. Генеративно-состязательная сеть.**

GAN. DCGAN. Модель генератора и дискриминатора. Вариационные автокодеры. Автоэнкодеры.

### **Тема 10. Технологии нейросетевой обработки данных.**

Обзор архитектур нейросетей применяемых при промышленной разработке ПО. Дообучение стандартных архитектур для решения прикладных задач.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия		
1.	Введение в курс	2		Коллоквиум, отчет лабораторной работы 1	
2.	Нейросетевые системы.	2	4		
3.	Функции активации в нейронных сетях	2			
4.	Классификация нейросетевых систем	2			
5.	Многослойный персептрон	2	4		
6.	Нейронная сеть на основе РБФ	2	4		Отчет, лабораторная работа 2
7.	Сверточные нейронные сети	2			Отчет, лабораторная работа 3
8.	Технология глубокого обучения	2	4		
9.	Генеративно-состязательная сеть.	2			Отчет, лабораторная работа 4
10	Технологии нейросетевой обработки данных.	2	4		
	<b>Всего</b>	<b>20</b>	<b>20</b>		Отчет, лабораторная работа 5, устный опрос, контрольная работа

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Рекомендуемая литература

#### Основная

1. Bengio Y. Learning deep architectures for AI // Foundations and trends in machine learning. – 2009. – № 2(1). – P. 1–127.
2. Haykin S. Neural Networks & Learning Machines, Pearson Education India; Third edition – 944p
3. Shalev-Shwartz Shai, Ben-David Shai. Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms, Cambridge University Press, 2014. — 409 p. — ISBN13: 978-1107057135.
4. Васильев Ф. П. Численные методы решения экстремальных задач : учеб. пособие. – М., 1988.
5. Lipmann R. An introduction to computing with neural nets // IEEE acoustic: speech and signal processing magazine. – 1987. – № 2. – P. 4–22.
6. Kohonen T. Self-organizing and associative memory. – B., 1984.
7. Kohonen T. Self-organizing maps. – Heidelberg, 1995.
8. Grégoire Montavon, Geneviève Orr, Klaus-Robert Müller – Neural Networks: Tricks of the trade, Springer; 2nd ed. 2012 edition - 769p

#### Дополнительная

9. Kosko B. Competitive adaptive bidirectional associative memories: Proc. of the IEEE first intern, conf. on neural networks. – San-Diego, 1987. – Vol. 2.
10. Kosko B. Feedback stability and unsupervised learning : Proc. of the IEEE second intern, conf. on neural networks. – San-Diego, 1988.
11. Ляпунов А. М. Общая задача об устойчивости движения. – М., 1952.
12. Воронов А А., Титов В. К., Новогранов Б. Н. Основы теории автоматического регулирования и управления: учеб. пособие. – М., 1977.
13. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – 2-е изд., испр. – М.:ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 320 с.
14. Bishop, C.M. Pattern Recognition and Machine Learning. — Springer, 2006. — 738 p.
15. Альсевич, В.В. Методы оптимизации: упражнения и задания: Учебное пособие / В.В. Альсевич, В.В. Крахотко — Минск: БГУ, 2005. — 405 с.

## **Перечень рекомендуемых средств диагностики**

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- лабораторные работы;
- письменные контрольные работы
- коллоквиум;
- устные вопросы.

**Лабораторные работы** как правило представляют собой задания, включающие программную реализацию указанного численного метода (язык программирования обычно выбирается самим студентом), проведение вычислительно-го эксперимента и комментарии по его итогам. Рекомендуемая форма отчетности по лабораторной работе – письменный отчет. Лабораторная работа оценивается по стандартной 10-балльной шкале. Оценка за лабораторную работу может быть снижена в случае несвоевременного выполнения.

**Письменные контрольные работы** проводятся для контроля знаний по одному или нескольким разделам курса. Они включают, как правило, 4-5 заданий и оцениваются по 10-балльной шкале. В случае неудовлетворительной оценки контрольная работа может быть переписана.

**Коллоквиум** представляет собой персональную устную беседу преподавателя со студентом с целью определения уровня знаний по пройденным темам. Для более точной оценки коллоквиум может включать дополнительный письменный этап. По результатам коллоквиума выставляется оценка по 10-балльной шкале.

**Устный опрос** студентов проводится в свободной форме в течение лабораторных занятий. Его результаты учитываются преподавателем при выставлении рейтинговой оценки в конце семестра.

## **Методика формирования итоговой оценки**

Итоговая оценка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов (Постановление Министерства образования Республики Беларусь №53 от 29 мая 2012 г.);
2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ от 18.08.2015)
3. Критерии оценки знаний студентов (письмо Министерства образования от 22.12.2003 г.)

## 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
Численные методы и программные средства компьютерного моделирования и анализа	Кафедра вычислительной математики	Нет	Изменений не требуется, протокол № 14 от 19.04.2018

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО  
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**  
на \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_ (протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_ г.)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета

\_\_\_\_\_