

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Меркулов Евгений Сергеевич

Должность: и.о. ректора

Дата подписания: 31.03.2022 11:28:08

Уникальный программный ключ:

39428e82d614a3cd984f917b018f0fd2c07182daabc77db685db2d16370f6e7c

ОПОП

Рабочая программа дисциплины Б1.В.11 «Нейронные сети» для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль подготовки

СМК-РПД-В1.П2-2021

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.11«Нейронные сети»

**Направление подготовки:** 01.03.02 Прикладная математика и информатика

**Профиль подготовки:** общий

**Квалификация выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

**Курс 3 Семестр 5**

**Год набора:** 2021

**Зачет:** 5 семестр

Петропавловск-Камчатский, 2021 г.

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.11 «Нейронные сети» для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль подготовки	

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.01.2018 № 9.

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.11 «Нейронные сети» для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль подготовки	

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП ВО .....	4
3. Планируемые результаты обучения по дисциплине .....	4
4. Содержание дисциплины .....	5
5. Тематическое планирование .....	5
6. Самостоятельная работа .....	6
7. Тематика контрольных работ, курсовых работ .....	8
8. Перечень вопросов на экзамен .....	8
9. Учебно-методическое и информационное обеспечение .....	8
10. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента .....	9
11. Материально-техническая база .....	11

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.11 «Нейронные сети» для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль подготовки	

### 1. Цель и задачи освоения дисциплины

**Целью освоения дисциплины** является формирование теоретических знаний в области разработки интеллектуальных информационных систем, использующих аппарат машинного обучения, которые позволяют решать практические задачи анализа данных в исследованиях и бизнес приложениях.

**Задачи освоения дисциплины:** изучение основных принципов организации информационных процессов в нейροкомпьютерных системах; формирование логического мышления; формирование навыков разработки и реализации программных моделей нейροкомпьютерных систем.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Данная дисциплина относится к блоку Б1.В.ДВ – дисциплины вариативной части. Для успешного освоения дисциплины необходимы знания и умения, полученные в результате освоения ОПОП бакалавриата по направлению «Прикладная математика и информатика».

Освоение дисциплины «Функциональное программирование» необходимо для успешного освоения дисциплины «Интеллектуальные информационные системы».

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Знает классические математические модели, применяемые в различных областях человеческой деятельности. ОПК-3.2. Умеет модифицировать классические математические модели для решения конкретных задач профессиональной деятельности. ОПК-3.3. Имеет опыт применения методов математического моделирования для решения конкретных задач профессиональной деятельности.

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.11 «Нейронные сети» для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль подготовки	

ности		
	ПК-2. Способен к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения	ПК-2.1. Знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования. ПК-2.2. Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования. ПК-2.3. Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.

#### 4. Содержание дисциплины

Основные понятия теории нейронных сетей. Математические основы: векторные пространства, матрицы и линейные преобразования векторов. Связь нейронов, операторная форма записи функционирования ИНС. Соединение ИНС. Многослойные ИНС. Прямое произведение ИНС.

Стандартные архитектуры нейронных сетей. Частичная задача обучения. Классификация алгоритмов обучения. Задача аппроксимации функции в стандартной постановке. Сеть из одного нейрона. Слоистые архитектуры. Персептрон Розенблатта. Радиальная нейронная сеть

Методы обучения нейронных сетей. Градиентные методы обучения нейронных сетей. Методы первого порядка. Эвристические методы обучения. Методы второго порядка. Обучение без учителя. Принцип «Победитель забирает все» в модели сети Кохонена. Нейронная сеть встречного распространения. Гибридная ИНС.

Ассоциативные запоминающие нейронные сети. Сети с обратными связями. Модель Хопфилда. Правило обучения Хебба в модели Хопфилда. Модификации алгоритмов обучения ИНС Хопфилда. Двухнаправленная ассоциативная память. Применения ИНС Хопфилда в задачах комбинаторной оптимизации. Основные понятия нечеткой логики. Нечеткие отношения. Нечеткие числа. Нечеткий вывод. Нейро-нечеткие системы. Обучение нейро-нечетких систем

#### 5. Тематическое планирование

##### Модули дисциплины

№	Наименование модуля	Лекции	Практики/ семинары	Лабораторные	Сам. работа	Всего, часов
1	Нейронные сети	10	18	0	80	108

##### Тематический план

№ те мы	Тема	Кол-во ча- сов	Компетенции по теме
	<b>Лекции</b>		
1	Основные понятия теории нейронных сетей	2	ОПК-3, ПК-2

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.11 «Нейронные сети» для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль подготовки	

2	Стандартные архитектуры нейронных сетей	2	ОПК-3, ПК-2
3	Методы обучения нейронных сетей	4	ОПК-3, ПК-2
4	Ассоциативные запоминающие нейронные сети	2	ОПК-3, ПК-2
<b>Практические работы</b>			
1	Простая нейросеть на языке Python	6	ОПК-3, ПК-2
2	Многослойная нейросеть на Python (keras) для распознавания изображений	6	ОПК-3, ПК-2
3	Применение нейросети для предсказания рыночных котировок	6	ОПК-3, ПК-2
<b>Самостоятельная работа</b>			
1	Основные понятия теории нейронных сетей	20	ОПК-3, ПК-2
2	Стандартные архитектуры нейронных сетей	20	ОПК-3, ПК-2
3	Методы обучения нейронных сетей	20	ОПК-3, ПК-2
4	Ассоциативные запоминающие нейронные сети	20	ОПК-3, ПК-2

## 6. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает две составные части: аудиторная самостоятельная работа и внеаудиторная.

Самостоятельная аудиторная работа включает выступление по вопросам семинарских занятий, выполнение практических заданий (*при наличии*).

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов заключается в следующих формах:

- изучение литературы; осмысление изучаемой литературы;
- работа в информационно-справочных системах;
- аналитическая обработка текста (конспектирование, реферирование);
- составление плана и тезисов ответа в процессе подготовки к занятию;
- решение задач;
- подготовка сообщений по вопросам семинарских занятий.

### 6.1. Планы лабораторных занятий

Лабораторная работа №1 «Простая нейросеть на языке Python»

Цель работы: изучение модели нейрона перцептрона и архитектуры перцептронной однослойной нейронной сети;

Задание: Написать программу реализующую функционал искусственного нейрона.

Вопросы

1. Что такое искусственный нейрон?
2. Веса и связи.
3. Метод обратного распространения ошибок.
4. Функция Активации.

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.11 «Нейронные сети» для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль подготовки	

Лабораторная работа №2 «Многослойная нейросеть на Python (keras) для распознавания изображений»

Цель работы: Изучить применение многослойной нейронной сети для распознавания изображений.

Задание: С помощью библиотеки keras и обучающих данных написать программу, способную классифицировать объекты на рисунке.

Вопросы

1. Принцип построения многослойной сети. Входной и выходной слой.
2. Нормировка данных. Как подготовить данные для нейросети.
3. Скрытые слои нейросети - принципы их применения.
4. Обучение нейросети. Обучающее и тестовое множество.
5. Реализация нейросети с помощью библиотеки keras.

Лабораторная работа №3 «Применение нейросети для предсказания рыночных котировок»

Цель работы: Изучить применение многослойной нейронной сети для предсказания временных процессов, в том числе и в области экономики и финансов.

Задание: С помощью библиотеки keras и обучающих данных написать программу, способную предсказать будущий курс валюты на рынке.

Вопросы

1. Принцип построения многослойной сети. Входной и выходной слой.
2. Применение нейросети для временных последовательностей. Развертка во времени и нормировка
3. Оценка качества модели.
4. Обучение нейросети. Обучающее и тестовое множество.
5. Реализация нейросети с помощью библиотеки keras.

## 6.2 Внеаудиторная самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Вид СР	Трудоемкость (час.)
1	Нейронные сети	Основные понятия теории нейронных сетей	Подготовка к лекционным, семинарским (практическим)/лабораторным занятиям.	20
2		Стандартные архитектуры нейронных сетей	Подготовка к лекционным, семинарским (практическим)/лабораторным занятиям.	20
3		Методы обучения нейронных сетей	Подготовка к лекционным, семинарским (практическим)/лабораторным занятиям.	20
4		Ассоциативные запоминающие нейронные сети	Подготовка к лекционным, семинарским (практическим)/лабораторным занятиям.	20

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.11 «Нейронные сети» для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль подготовки	
	занятиям.

## 7. Тематика контрольных работ, курсовых работ

Курсовые и контрольные работы не предусмотрены учебным планом.

## 8. Перечень вопросов на зачет

1. Биологический и искусственный нейрон.
2. Основные функции активации нейронов. Преимущества нейронных сетей.
3. Сопоставление традиционных ЭВМ и нейрокомпьютеров.
4. Классификации нейронных сетей, области применения и решаемые задачи.
5. Основные направления развития нейрокомпьютинга.
6. Персептрон Розенблата.
7. Алгоритм обучения персептрона и правило Хебба.
8. Теорема о сходимости алгоритма обучения персептрона для линейноразделимых множеств. Проблема исключающего «или».
9. Многослойный персептрон. Представление булевых функций.
10. Преодоление ограничения линейной разделимости и решение проблемы исключающего «или».
11. Нейронные сети как универсальные аппроксиматоры.
12. Общая идея градиентных методов решения задач безусловной оптимизации. Метод наискорейшего спуска.
13. Алгоритм обратного распространения ошибки. Достоинства и недостатки алгоритма. Понятие паралича сети и причины его возникновения.
14. Проблема овражности поверхности функционала ошибки и её частичное преодоление с помощью введения момента (инерциальной поправки).
15. Физический смысл момента. Обобщенное дельта-правило.
16. Эвристические приемы улучшения сходимости и качества градиентного обучения (нормализация, выбор функции активации, выбор начальных значений весов, порядок предъявления обучающих примеров, выбор величины шага, сокращение числа весов, выбивание из локальных минимумов, проблема переобучения и разделение выборки).
17. Методы упрощения структуры нейронной сети. Общие принципы обучения.
18. Аддитивная и мультипликативная модели временных рядов. Компоненты временного ряда.
19. Исследование временных рядов на основе коррелограммы.
20. Специфика прогнозирования финансовых временных рядов (выбор входных сигналов, метод искусственных примеров, выбор функционала ошибки и оценка величины капитала игрока).
21. Задачи, решаемые без учителя. Идея метода главных компонент.
22. Задача кластеризации данных. Основные метрики для количественных и нечисловых переменных.
23. Сети Кохонена, правила жесткой, справедливой и мягкой конкуренции.
24. Алгоритм обучения. Задача квантования данных.
25. Задача многомерной визуализации и самоорганизующиеся карты Кохонена.

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 9.1. Основная учебная литература:

1. Барский, А. Б. Введение в нейронные сети : учебное пособие / А. Б. Барский. — 3-е изд. — Москва, Саратов : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ),



Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 357 с. — ISBN 978-5-4497-0309-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/89426.html> (дата обращения: 13.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Яхьяева, Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети : учебное пособие / Г. Э. Яхьяева. — Москва, Саратов : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Вузовское образование, 2017. — 320 с. — ISBN 978-5-4487-0079-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/67390.html> (дата обращения: 13.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Горожанина, Е. И. Нейронные сети : учебное пособие / Е. И. Горожанина. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 84 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/75391.html> (дата обращения: 13.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 9.2. Дополнительная учебная литература:

1. Барский, А. Б. Логические нейронные сети / А. Б. Барский. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 492 с. — ISBN 978-5-94774-646-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/52220.html> (дата обращения: 13.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Тарков, М. С. Нейрокомпьютерные системы / М. С. Тарков. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 170 с. — ISBN 5-9556-0063-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/52200.html> (дата обращения: 12.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 10. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента

На основании разработанной компетентностной модели выпускника образовательные цели представлены в виде набора компетенций как планируемых результатов освоения образовательной программы. Определение уровня достижения планируемых результатов освоения образовательной программы осуществляется посредством оценки уровня сформированности компетенции и оценки уровня успеваемости обучающегося по пятибалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено»).

Основными критериями оценки в зависимости от вида работы обучающегося являются: сформированность компетенций (знаний, умений и владений), степень владения профессиональной терминологией, логичность, обоснованность, четкость изложения материала, ориентирование в научной и специальной литературе.

### Критерии оценивания уровня сформированности компетенций и оценки уровня успеваемости обучающегося

#### Текущий контроль

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.11 «Нейронные сети» для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль подготовки	

Уровень сформированности компетенции	Уровень освоения модулей дисциплины (оценка)	Критерии оценивания отдельных видов работ обучающихся		
		Устный/письменный опрос	Отчет по лабораторной/практической работе	Выполнение заданий самостоятельной работы
Высокий	Отлично	Обучающийся ответил на все вопросы и продемонстрировал полноту знаний по изучаемому материалу	Содержит все задания практической (лабораторной) работы, оформлен в соответствии с требованиями	Студент безошибочно ответил на все основные вопросы, а также продемонстрировал свободное владение материалом при ответе на дополнительные вопросы; работа выполнена в полном объеме и в точном соответствии с требованиями; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании
Базовый	Хорошо	Обучающийся ответил на большую часть вопросов и продемонстрировал понимание изучаемого материала	Содержит большинство заданий практической (лабораторной) работы, оформлен в соответствии с требованиями	Студент безошибочно ответил на основные вопросы, но не точно или не в полном объеме раскрыл дополнительные вопросы; работа выполнена в полном объеме и в точном соответствии с требованиями; студент твердо владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя
Пороговый	Удовлетворительно	Ответ обучающегося содержал ошибки и недочеты	Содержит меньшую часть заданий практической (лабораторной) работы, оформление не соответствует требованиям	Студент затрудняется в ответах на вопросы и отвечает только после наводящих вопросов, демонстрирует слабое знание при ответе на дополнительные вопросы; работа выполнена в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов; студент усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя применяет его практически; на вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки
Компетенции не сформированы	Неудовлетворительно	Обучающийся не ответил на поставленные вопросы	Отчет не предоставлен	Студент не ответил ни на один вопрос; работа не выполнена

### Промежуточная аттестация

Уровень сформированности компетенции	Уровень освоения дисциплины	Критерии оценивания обучающихся (работ обучающихся)
		зачет
Высокий	(зачтено)	Студент показал всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
Базовый	(зачтено)	Студент твердо знает материал, грамотно и по существу изла-

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.11 «Нейронные сети» для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль подготовки	

		гает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности
Пороговый	(зачтено)	Студент показал фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации
Компетенции не сформированы	(не зачтено)	Студент не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач

### 11. Материально-техническая база

Электронные учебники, презентации, учебная обязательная и дополнительная литература, локальная сеть КамГУ им. Витуса Беринга, учебные специализированные аудитории с оборудованием, программное обеспечение на выбор преподавателя.