



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Кафедра радиофизики и радиоэлектроники**



УТВЕРЖДАЮ

Декан ~~\_\_\_\_\_~~ Буднев Н.М.

«06» мая 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Наименование дисциплины **Б1.В.ДВ.02.02 Нейронные сети в научных исследованиях**

Направление подготовки **03.04.03 Радиофизика**

Направленность (профиль) подготовки **Информационные процессы и системы**

Квалификация выпускника **Магистр**

Форма обучения **Очная**

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол №32 от «23» марта 2022 г.

Председатель ~~\_\_\_\_\_~~ Буднев Н.М.

Рекомендовано кафедрой радиофизики и радиоэлектроники:

Протокол № 6 от «01» марта 2022 г.

И.О. зав. кафедрой ~~\_\_\_\_\_~~ Колесник С.Н.

Иркутск 2022 г.

## Содержание

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО .....	3
III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	4
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	5
4.3 Содержание учебного материала .....	7
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....	7
4.3.2 Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов .....	8
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	8
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов).....	9
V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	9
VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
6.1. Учебно-лабораторное оборудование .....	9
6.2. Программное обеспечение .....	10
6.3. Технические и электронные средства обучения.....	10
VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	10
VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ .....	10

## I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины научить студентов-магистрантов основным принципам организации информационных процессов в нейрокомпьютерных системах.

Задачами освоения дисциплины являются формирование навыков и умений создания студентами математических моделей процессов и явлений с использованием нейронных сетей, знакомство с моделями управления на базе систем, использующих нейронные сети, изучение методов формализации процессов и явлений в понятийном аппарате нейроматематики.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Нейронные сети в научных исследованиях» входит в вариативную часть ОПОП.

Для её успешного усвоения необходимы знания базовых понятий информатики и математики. Обучающийся должен уметь строить формальные описания реальных процессов и явлений на языке математической логики в виде предикатных правил вывода, владеть основными операциями векторной и матричной алгебры

Полученные в процессе изучения курса знания и навыки могут быть использованы во время прохождения производственной практики (преддипломная практика), выполнения выпускной квалификационной работы, а также в дальнейшей профессиональной работе.

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки **03.04.03 Радиофизика**:

ПК-1: Способен использовать радиофизические методы для анализа процессов в информационных системах

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1	<i>ИДК ПК1.2</i> Способен использовать радиофизические методы для описания процессов в информационных системах	<b>Знать:</b> основные принципы организации информационных процессов в нейрокомпьютерных системах; основные архитектуры нейрокомпьютерных систем и области их применения <b>Уметь:</b> строить математические модели в терминах нейроматематики <b>Владеть:</b> навыками разработки и реализации программных моделей нейрокомпьютерных систем

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов,

в том числе 27 часов на экзамен

Из них 6 часов – практическая подготовка

Форма промежуточной аттестации: экзамен

#### 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточн ой аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
					Лекции	Семинарские/ практические/ лабораторные занятия	Консультации		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Тема 1. Введение в нейронные вычисления	3	28,1	1	6	6	0,1	16	Устный опрос
2.	Тема 2. Принципы организации и функционирования ИНС	3	28,1	1	6	6	0,1	16	Устный опрос
3.	Тема 3. Первые ИНС. Персептрон. Адаптивный линейный элемент	3	28,2	1	6	6	0,2	16	Устный опрос

4.	Тема 4. Ассоциативные сети	3	28,2	1	6	6	0,2	16	Устный опрос
5.	Тема 5. Подготовка данных для обучения ИНС	3	28,2	1	6	6	0,2	18	Устный опрос
6.	Тема 6. Перспективы развития и применения ИНС и нейрокомпьютеров	3	29,2	1	6	6	0,2	18	Устный опрос

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
3	Тема 1. Введение в нейронные вычисления	- текущая проработка материала лекций по своему конспекту; - изучение литературы по теме	3-ая неделя	16	Устный опрос	Источники из списка литературы
3	Тема 2. Принципы организации и функционирования ИНС	- текущая проработка материала лекций по своему конспекту; - изучение литературы по теме	6-ая неделя	16	Устный опрос	Источники из списка литературы
3	Тема 3. Первые ИНС. Персептрон. Адаптивный линейный элемент	- текущая проработка материала лекций по своему конспекту; - изучение литературы по теме	9-ая неделя	16	Устный опрос	Источники из списка литературы
3	Тема 4. Ассоциативные сети	- текущая проработка материала лекций по своему конспекту; - изучение литературы по теме	12-ая неделя	16	Устный опрос	Источники из списка литературы

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
3	Тема 5. Подготовка данных для обучения ИНС	- текущая проработка материала лекций по своему конспекту; - изучение литературы по теме	15-ая неделя	18	Устный опрос	Источники из списка литературы
3	Тема 6. Перспективы развития и применения ИНС и нейрокомпьютеров	- текущая проработка материала лекций по своему конспекту; - изучение литературы по теме	Конец семестра	18	Устный опрос	Источники из списка литературы
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				<b>100</b>		

### 4.3 Содержание учебного материала

#### Тема 1. Введение в нейронные вычисления

Предмет дисциплины, её структура и содержание. Биологические нейронные сети. Особенности биологических вычислительных систем в отличие от искусственных с традиционной архитектурой. Некоторые задачи, решаемые с помощью искусственных нейронных сетей (ИНС).

#### Тема 2. Принципы организации и функционирования ИНС

Основные определения для ИНС. Нейронная сеть. Межнейронные связи. Искусственный нейрон. Постановка задачи обучения ИНС. Классификация законов и способов обучения. Архитектуры ИНС

#### Тема 3. Первые ИНС. Персептрон. Адаптивный линейный элемент

Однослойный персептрон. Представимость персептрона. Проблема «Исключающее ИЛИ». Преодоление ограничения линейной разделимости. Обучение персептрона. Дельта-правило. Проблемы обучения персептрона. Адаптивный линейный элемент.

#### Тема 4. Ассоциативные сети

Линейный ассоциатор. Закон обучения Хебба. Рекуррентные ассоциативные сети. Сеть Хопфилда. Алгоритм функционирования сети Хопфилда, емкость памяти. Сеть «Brain State in a Vox». Двухнаправленная ассоциативная память. Стохастическое обучение. Машина Больцмана.

#### Тема 5. Подготовка данных для обучения ИНС

«Проклятие размерности». Избыточность входных данных. Генетические алгоритмы. Отбор входных данных для обучения сети с помощью генетических алгоритмов.

#### Тема 6. Перспективы развития и применения ИНС и нейрокомпьютеров

Проблемы реализации ИНС. Методы реализации ИНС. Нейрокомпьютеры. Основные характеристики нейрокомпьютеров.

#### 4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ Раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1.	Тема 1	Тема 1. Введение в нейронные вычисления	6	1	Устный опрос	ПК-1
2.	Тема 2	Тема 2. Принципы организации и функционирования ИНС	6	1	Устный опрос	ПК-1
3.	Тема 3	Тема 3. Первые ИНС. Персептрон. Адаптивный линейный элемент	6	1	Устный опрос	ПК-1
4.	Тема 4	Тема 4. Ассоциативные сети	6	1	Устный опрос	ПК-1
5.	Тема 5	Тема 5. Подготовка	6	1	Устный опрос	ПК-1

		данных для обучения ИНС				
6.	Тема 6	Тема 6. Перспективы развития и применения ИНС и нейрокомпьютеров	6	1	Устный опрос	ПК-1

#### 4.3.2 Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов

№ п/п	Тема*	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	Тема 1. Введение в нейронные вычисления	- текущая проработка материала лекций по своему конспекту; - изучение литературы по теме	ПК-1	ПК-1.1
2	Тема 2. Принципы организации и функционирования ИНС	- текущая проработка материала лекций по своему конспекту; - изучение литературы по теме	ПК-1	ПК-1.1
3	Тема 3. Первые ИНС. Персептрон. Адаптивный линейный элемент	- текущая проработка материала лекций по своему конспекту; - изучение литературы по теме	ПК-1	ПК-1.1
4	Тема 4. Ассоциативные сети	- текущая проработка материала лекций по своему конспекту; - изучение литературы по теме	ПК-1	ПК-1.1
5	Тема 5. Подготовка данных для обучения ИНС	- текущая проработка материала лекций по своему конспекту; - изучение литературы по теме	ПК-1	ПК-1.1
6	Тема 6. Перспективы развития и применения ИНС и нейрокомпьютеров	- текущая проработка материала лекций по своему конспекту; - изучение литературы по теме	ПК-1	ПК-1.1

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

##### а) Методические рекомендации по изучению теоретической части учебного модуля

Теоретические занятия дисциплины представлены в виде лекций.



**Цель лекции** – организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом дисциплины.

**Задачи лекционных занятий** – дать связанное, последовательное изложение материала, сообщить студентам основное содержание предмета в целостном, систематизированном виде.

#### **Методы и средства проведения теоретических занятий**

При изучении учебного модуля студенты должны посещать лекционные занятия, вести конспекты и самостоятельно прорабатывать по учебникам вопросы, указанные преподавателем. (Список основной литературы приведен разделе 8).

Отличительной особенностью данной дисциплины является ее практическая направленность. В ходе лекций предполагается рассматривать только основные теоретические основы построения SCADA системы на базе ПК-ПЛК и внешних устройств сбора и хранения данных, а подробное изучение теоретических положений и практических приложений теории должно проводиться в часы проведения практических занятий, а также внеаудиторной СРС. Для этого преподаватель выдает студентам задания для выполнения практических занятий.

#### **б) Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа студентов заключается в выполнении практических заданий и подготовке к защите отчетов о выполнении заданий. Также самостоятельная работа подразумевает систематический подход к обучению, в соответствии с предложенным графиком, что, в свою очередь, способствует получению зачета по данной дисциплине.

### **4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **а) перечень литературы**

1. Станкевич, Л. А. Интеллектуальные системы и технологии : учебник и практикум для вузов / Л. А. Станкевич. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 397 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02126-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450773>

2. Кудрявцев, Н. Г. Практика применения компьютерного зрения и элементов машинного обучения в учебных проектах : учебное пособие / Н. Г. Кудрявцев, И. Н. Фролов. — Горно-Алтайск : ГАГУ, 2022. — 180 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/271100>

### **б) периодические издания**

### **в) список авторских методических разработок**

### **г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

- на сайте ИГУ [www.isu.ru](http://www.isu.ru) и физического факультета ИГУ,
- интернет ресурсы в свободном доступе.

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование**

Чтение лекций сопровождается демонстрацией информации (мультимедийный проектор, офисное оборудование для оперативного размножения иллюстративного и раздаточного лекционного материалов). Ведение практических занятий сопровождается

демонстрацией информации (мультимедийный проектор, офисное оборудование для оперативного размножения иллюстративного и раздаточного лекционного материалов).

## 6.2. Программное обеспечение

Среда разработки Microsoft Visual Studio.

## 6.3. Технические и электронные средства обучения

В ходе учебного процесса используются технические средства обучения и контроля знаний студентов (презентации, контролирующие программ, демонстрационных установок), использование которых предусмотрено методической концепцией преподавания

## VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Применяется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), использование мультимедиа-средств при проведении лекций.

## VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.1. Оценочные материалы (ОМ)

#### 8.1.1. Оценочные материалы для входного контроля

Оценочных средств для входного контроля нет.

#### 8.1.2 Оценочные материалы текущего контроля

Ниже приведен перечень оценочных средств текущего контроля:

##### 1. Обсуждение вопросов по теме лекций.

Назначение обсуждений - мониторинг эффективности подготовки студентов в ходе обучения. Показателем эффективности подготовки студента является активное участие студента в обсуждении, участие в постановке вопросов и нахождение ответов на них.

Обсуждение вопросов проводится в виде беседы. на каждую лекцию приходится один час обсуждений.

Параметры оценочного средства

Предел длительности контроля	1 час
Предлагаемое количество вопросов из одного контролируемого раздела	неограниченно
Критерии оценки:	
«5», если	Студент демонстрирует готовность ответить на заданные вопросы, правильно отвечает на все поставленные вопросы, активно участвует в постановке вопросов
«4», если	Студент не демонстрирует готовность ответить на заданные вопросы, правильно отвечает на все поставленные вопросы, не проявляет инициативу в постановке вопросов для обсуждения
«3», если	Студент неохотно отвечает на поставленные вопросы, ошибается при ответе, не проявляет инициативу в постановке вопросов для обсуждения

## 2. Решение практических заданий

Назначение оценочного средства и процесса защиты отчетов о выполнении практических заданий - мониторинг эффективности подготовки студентов в ходе обучения. Показателем эффективности подготовки студента является получение им балла, превышающего пороговое значение в 4 балла за один отчет.

Параметры оценочного средства

Критерии оценки	Оценка		
	Отлично	Хорошо	Удовлетв.
Выполнение заданий	Полностью и корректно выполнены все задания (7-8 баллов)	Полностью выполнены все задания, допущены одна – две ошибки (5 -6 баллов)	Не полностью выполнены задания, допущены одна – две ошибки (3 -4 балла)
Сдача отчета	Задание выполнено и сдано в срок (2 балла)		Задание сдано с задержкой (1 балл)

Итоговая оценка за выполнение практического задания вычисляется на основании суммирования баллов по каждому критерию. Оценка «отлично» выставляется студенту, набравшему 9 - 10 баллов, «хорошо» выставляется студенту, набравшему 6 - 8 баллов, «удовлетворительно» выставляется студенту, набравшему 4 - 5 баллов.

### **8.1.3 Оценочные материалы для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Студент допускается к теоретическому экзамену в том случае, если он выполнит все виды текущего контроля.

Форма проведения экзамена – устный по билетам. Экзамены проводятся во время экзаменационных сессий в соответствии с расписанием.

Экзаменационный билет состоит из одного теоретического вопроса. Экзаменационные задания (билеты) для приема экзаменов выполнены многовариантными, чтобы исключить возможность списывания и обмена информацией в ходе экзамена. Вопросы для самостоятельной подготовки студентов к экзамену приведены в приложении 1.

Показатели и критерии выставления оценки по теоретическому экзамену приведены в таблице на следующей странице.

Стоит отметить, что при получении оценки «неудовлетворительно» хотя бы по одному критерию, студент считается не сдавшим экзамен по дисциплине и направляется на повторную сдачу экзамена.

Итоговая оценка вычисляется на основании суммирования баллов по каждому критерию. Оценка «отлично» выставляется студенту, набравшему 21 – 26 баллов, «хорошо» выставляется студенту, набравшему 16 – 20 баллов, «удовлетворительно» выставляется студенту, набравшему 12 – 15 баллов,

Критерии	Оценка			
	Отлично	Хорошо	Удовлетв.	Неудовлетв.
Знание	Всесторонние глубокие знания (9 - 10 баллов)	Знание материала в пределах программы (7 -8 баллов)	Отмечены пробелы в усвоении программного материала (5 -6 баллов)	Не знает основное содержание дисциплины (менее 5 баллов)
Понимание	Полное понимание материала, приводит примеры, дополнительные вопросы не	Понимает материал, приводит примеры, но испытывает затруднения с выводами, однако достаточно полно	Суждения поверхностны, содержат ошибки, примеры не приводит, ответы на дополнительные	С трудом формулирует свои мысли, не приводит примеры, не дает ответа на дополнительные

	требуются (8 -9 баллов)	отвечает на дополнительные вопросы (6 -7 баллов)	вопросы неуверенные (4 -5 баллов)	вопросы (менее 4 баллов)
Применение проф. терминологии	Дает емкие определения основных понятий, корректно использует профессиональную терминологию (4 балла)	Допускает неточности в определении понятий, не в полном объеме использует профессиональную терминологию (3 балла)	Путает понятия, редко использует профессиональную терминологию (2 балла)	Затрудняется в определении основных понятий дисциплины, некорректно использует профессиональную терминологию (менее 2 баллов)
Соблюдение норм литературного языка	Соблюдает нормы литературного языка, преобладает научный стиль изложения (3 балла)	Соблюдает нормы литературного языка, допускает единичные ошибки (2 балла)	Допускает множественные речевые ошибки при изложении материала (1 балл)	Косноязычная речь искажает смысл ответа (0 баллов)

### Примерный перечень вопросов к экзамену:

#### 1. Введение в нейронные вычисления

- 1.1 Предмет дисциплины, её структура и содержание.
- 1.2 Биологические нейронные сети.
- 1.3 Особенности биологических вычислительных систем в отличие от искусственных с традиционной архитектурой.
- 1.4 Некоторые задачи, решаемые с помощью искусственных нейронных сетей (ИНС).

#### 2. Принципы организации и функционирования ИНС

- 2.1 Основные определения для ИНС.
- 2.2 Нейронная сеть. Межнейронные связи. Искусственный нейрон.
- 2.3 Постановка задачи обучения ИНС. Классификация законов и способов обучения.

#### Архитектуры ИНС

#### 3. Первые ИНС. Персептрон. Адаптивный линейный элемент

- 3.1 Однослойный персептрон. Представимость персептрона. Обучение персептрона. Проблемы обучения персептрона.
- 3.2 Проблема «Исключающее ИЛИ».
- 3.3 Преодоление ограничения линейной разделимости.
- 3.4 Дельта-правило. Адаптивный линейный элемент.

#### 4. Ассоциативные сети

- 4.1 Линейный ассоциатор. Закон обучения Хебба.
- 4.2 Рекуррентные ассоциативные сети.
- 4.3 Сеть Хопфилда. Алгоритм функционирования сети Хопфилда, емкость памяти.
- 4.4 Сеть «Brain State in a Vox».
- 4.5 Двухнаправленная ассоциативная память.
- 4.6 Стохастическое обучение. Машина Больцмана.

#### 5. Подготовка данных для обучения ИНС

- 5.1 «Проклятие размерности». Избыточность входных данных.
- 5.2 Генетические алгоритмы. Отбор входных данных для обучения сети с помощью генетических алгоритмов.

#### 6. Перспективы развития и применения ИНС и нейрокомпьютеров

- 6.1 Проблемы реализации ИНС. Методы реализации ИНС.
- 6.2 Нейрокомпьютеры. Основные характеристики нейрокомпьютеров.

**Разработчики:**



доцент

И.С. Петрушин

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учитывает рекомендации ПООП по направлению и профилю подготовки **03.04.03 Радиофизика**.

Программа рассмотрена на заседании кафедры радиофизики и радиоэлектроники «01» марта 2022 г. протокол № 6

И.О. зав. кафедрой  Колесник С.Н.

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*