

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тамбовский государственный университет имени Г.Р.Державина»  
Институт математики, физики и информационных технологий  
Кафедра математического моделирования и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института математики,  
физики и информационных  
технологий

Якунина И.Н.

«19» января 2021 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине **ФДТ.2**  
**«Искусственные нейронные сети»**

Направление подготовки:

09.06.01 - ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Направленность (профиль)

«Математическое моделирование, численные методы и  
Комплексы программ»

Уровень высшего образования

подготовка кадров высшей квалификации  
по программам подготовки  
научно-педагогических кадров в аспирантуре

Форма обучения

очная, заочная

Год набора

2021

Тамбов, 2021

**Автор программы:**

Доктор технических наук, профессор кафедры математического моделирования и информационных технологий Ковалева О.А.

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.06.01 - Информатика и вычислительная техника(уровень - подготовка кадров высшей квалификации) (приказ Минобрнауки РФ от 30 июля 2014 г. № 875).

Рабочая программа принята на заседании кафедры математического моделирования и информационных технологий «22» декабря 2020 года, протокол № 4.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры
3. Объем и содержание дисциплины
4. Контроль знаний обучающихся
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины

Целями освоения дисциплины «Искусственные нейронные сети» является демонстрация основных знаний, полученных при изучении понятийного аппарата математического моделирования, основных приемов и методов моделирования на примере систем искусственного интеллекта различного типа, формирование навыков использования математических методов моделирования в самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности, а также в технологической деятельности на профессиональном уровне, включая: разработку алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования.

### 1.2 Виды и задачи профессиональной деятельности по дисциплине:

- научно-исследовательская деятельность в области функционирования вычислительных машин, комплексов, компьютерных сетей, создания элементов и устройств вычислительной техники на новых физических и технических принципах, методов обработки и накопления информации, алгоритмов, программ, языков программирования и человеко-машинных интерфейсов, разработки новых математических методов и средств поддержки интеллектуальной обработки данных, разработки информационных и автоматизированных систем проектирования и управления в приложении к различным предметным областям:

- изучение методов совершенствования и повышения эффективности функционирования информационных систем;

- осуществление анализа объекта исследования и формулирование задачи математического моделирования с учетом специфики объекта, вариантов классификации математических моделей и возможностей различных математических аппаратов;

- применение информационных систем и процессов для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных проблем;

- участие в подготовке и проведении фундаментальных исследований.

Преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования:

- подготовка и проведение учебных занятий в учебном заведении высшего образования.

### 1.3 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие компетенции:

Код и наименование компетенции ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения по дисциплине, необходимые для формирования компетенции
ОПК-5 Способность объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других учреждениях	<b>Знает и понимает:</b> - современное состояние исследований и разработок в области создания и проектирования систем искусственного интеллекта Код 31(ОПК-5)
	<b>Умеет (способен продемонстрировать):</b> - оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других учреждениях Код У1(ОПК-5)
	<b>Владеет:</b> - навыками применения методов оценки результатов исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других учреждениях Код В1(ОПК-5)

ПК-6      Готовность к использованию и совершенствованию аналитических, процедурных, информационных моделей предметной области (систем принятия групповых решений, систем проектирования объектов и процессов, экспертных систем и др.), включаемых в контур обработки информации и принятия решений	<b>Знает и понимает:</b> - основные принципы математического моделирования и методы принятия решений <b>Код 31(ПК-6)</b>
	<b>Умеет (способен продемонстрировать):</b> - использовать математические модели в научных исследованиях, применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач <b>Код У1(ПК-6)</b>
	<b>Владеет:</b> - навыками применения принципов математического моделирования предметной области <b>Код В1(ПК-6)</b>

**1.4 Согласование междисциплинарных связей** дисциплин, практик, научных исследований, обеспечивающих освоение компетенций.

Дисциплина «Искусственные нейронные сети» логически связана с такими дисциплинами, практиками, научными исследованиями, как:

ОПК-5 – Системы искусственного интеллекта, Экспертные системы, Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, Интеллектуальные информационные системы

ПК-6 – Системы искусственного интеллекта, Математическое моделирование, Научно-исследовательский семинар

## 2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры:

Дисциплина «Системы искусственного интеллекта» является факультативной согласно учебному плану ОП по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль) – Информационные системы и процессы

Дисциплина «Системы искусственного интеллекта» изучается в 3 семестре.

## 3. Объём и содержание дисциплины

### 3.1 Объём дисциплины

Очная форма обучения: 2 з.е.

Заочная форма обучения: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная форма обучения (всего часов)	Заочная форма обучения (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<i>Контактная работа (по учебным занятиям)</i>	22	4
Лекции (Л)	10	4
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	12	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-	-
<i>Самостоятельная работа (СР)</i>	50	68
<i>Зачет</i>		

### 3.2 Содержание курса:

№ те мы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час. (очная/заочная)				Формы текущего контроля
		Л	ПЗ	ЛЗ	СР	
1.	Тема 1. Интеллект биологических объектов	2/1	-	-	10/14	коллоквиум
2.	Тема 2. Моделирование нейрона	2/1	2/-	-	10/13	дискуссия
3.	Тема 3. Искусственные нейронные сети	2/1	2/-	-	10/14	коллоквиум
4.	Тема 4. Обучение искусственной нейронной сети	2/1	2/-	-	10/13	собеседование
5.	Тема 5. Использование аппарата искусственных нейронных сетей для решения практических задач	2/-	6/-	-	10/14	дискуссия

#### Тема 1. Интеллект биологических объектов

**Лекция.** Как устроен интеллект биологических объектов? Высшая нервная деятельность живых организмов. Учение Ивана Петровича Павлова о высшей нервной деятельности. Условные и безусловные рефлексы. Механизмы и основные условия образования условных рефлексов. Явления генерализации и обобщения. 1-я и 2-я сигнальные системы у животных. Их принципы действия и наблюдаемые результаты. Устройство и многообразие нервных клеток. Основные функции нервных клеток.

**Практическое занятие.** Не предусмотрено

**Задания для самостоятельной работы:**

1. Понятие искусственного интеллекта. Цели создания искусственного интеллекта.
2. Основные направления в моделировании систем искусственного интеллекта.

Краткая история вопроса

#### Тема 2. Моделирование нейрона

**Лекция.** Моделирование нейрона на компьютере. Структура модели нейрона. Активационная функция нейрона. Виды активационных функций. Структура модели нейрона. Синаптические связи. Выбор коэффициентов синаптических связей.

**Практическое занятие.**

1. Моделирование нейрона на компьютере

**Задания для самостоятельной работы**

1. Активационная функция нейрона.
2. Виды активационных функций

#### Тема 3. Искусственные нейронные сети (ИНС)

**Лекция.** Искусственные нейронные сети. Нейронные сети прямого и обратного распространения. Основные свойства искусственных нейронных сетей. Алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей. Методы нелинейного программирования – безградиентные, градиентные, методы Монте-Карло. Алгоритмы выбора структуры ИНС. Постановка задачи обучения ИНС.

**Практическое занятие.**

1. Методы нелинейного программирования – безградиентные, градиентные, методы Монте-Карло

**Задания для самостоятельной работы:**

1. Нейронные сети прямого и обратного распространения
2. Алгоритмы выбора структуры ИНС

**Тема 4. Обучение искусственной нейронной сети.**

**Лекция.** Проблемы обучения искусственной нейронной сети. Отрицательная обратная связь и принцип обратного распространения ошибки при обучении искусственной нейронной сети. Обучение ИНС по принципам «с учителем» и «без учителя». Алгоритмы обучения Хебба. Нейронные сети Хепфилда и Хемминга.

**Практическое занятие.**

1. Алгоритмы выбора структуры искусственной нейронной сети.

**Задания для самостоятельной работы:**

1. Обучение ИНС по принципам «с учителем» и «без учителя»
2. Алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей

**Тема 5. Использование аппарата искусственных нейронных сетей для решения практических задач**

**Лекция.** Примеры использования аппарата ИНС для решения практических задач. Моделирование психологического теста Л.А. Йовайши. Сравнение теста и его ИНС – модели. Возможности ИНС – моделирования в психологии. Идентификация структуры и содержания трудноформализуемых понятий на основе ИНС. Алгоритм решения проблемы и его реализация.

**Практическое занятие.**

1. Программа моделирования искусственных нейронных сетей Neural Network Constructor – NNC. Ее структура, интерфейс и функциональные возможности.
2. Примеры использования аппарата искусственных нейронных сетей для решения практических задач. Обучение ИНС сложению чисел. Особенности работы ИНС.
3. Анализ используемых алгоритмов, программирование алгоритмов Проведение вычислительных экспериментов и интерпретация результатов. (презентация) на языке высокого уровня (Delphi, C++, Pascal)

**Задания для самостоятельной работы:**

1. Примеры использования аппарата искусственных нейронных сетей для решения практических задач. Обучение ИНС прогнозированию периодических временных рядов.
2. Примеры использования аппарата искусственных нейронных сетей для решения практических задач. Обучение ИНС распознаванию образов букв русского алфавита.

**4. Контроль знаний обучающихся****4.1 Формы текущего контроля работы аспирантов**

1. Коллоквиум
2. Собеседование
3. Дискуссия

**4.2 Типовые задания текущего контроля**Типовые вопросы для коллоквиума:

1. Интеллект биологических объектов. Как устроен интеллект биологических

объектов? Высшая нервная деятельность живых организмов. Учение Ивана Петровича Павлова о высшей нервной деятельности. Условные и безусловные рефлексы. Механизмы и основные условия образования условных рефлексов.

2. Явления генерализации и обобщения. 1-я и 2-я сигнальные системы у животных. Их принципы действия и наблюдаемые результаты. Устройство и многообразие нервных клеток. Основные функции нервных клеток.

3. Моделирование нейрона. Моделирование нейрона на компьютере. Структура модели нейрона.

4. Активационная функция нейрона. Виды активационных функций. Структура модели нейрона. Синаптические связи. Выбор коэффициентов синаптических связей.

5. Искусственные нейронные сети (ИНС). Искусственные нейронные сети. Нейронные сети прямого и обратного распространения. Основные свойства искусственных нейронных сетей. Алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей.

#### Типовые вопросы для собеседования:

1. Алгоритм и принципы разработки универсального генератора случайных чисел для имитационного моделирования. Пример программы и результаты генераций последовательностей из 100, 1000 и 10000, псевдослучайных чисел, соответствующих заданному закону распределения.

2. Проверка адекватности стохастических математических моделей и алгоритмов на основе критерия Пирсона (хи-квадрат). Пример и программа для расчетов.

3. Стохастическое моделирование экологического объекта. Алгоритмы, программы и результаты вычислительного эксперимента.

4. Математическая модель динамики для химической реакции. Принципы разработки модели, алгоритмы и ее компьютерная реализация. Пример вычислительного эксперимента.

5. Параметрическая идентификация математической модели. Принципы разработки алгоритмов идентификации и их компьютерная реализация. Пример вычислительного эксперимента.

#### Типовые темы для дискуссий

1. Интеллект биологических объектов
2. Моделирование нейрона
3. Искусственные нейронные сети
4. Обучение искусственной нейронной сети

### **4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.**

#### Вопросы зачета

1. Понятие искусственного интеллекта. Цели создания искусственного интеллекта. Основные направления в моделировании систем искусственного интеллекта. Краткая история вопроса.

2. Как устроен интеллект биологических объектов? Высшая нервная деятельность живых организмов. Учение Ивана Петровича Павлова о высшей нервной деятельности. Условные и безусловные рефлексы.

3. Как устроен интеллект биологических объектов? Механизмы и основные условия образования условных рефлексов. Явления генерализации и обобщения.

4. Как устроен интеллект биологических объектов? 1-я и 2-я сигнальные системы у животных. Их принципы действия и наблюдаемые результаты.

5. Как устроен интеллект биологических объектов? Устройство и многообразие нервных клеток. Основные функции нервных клеток.



6. Моделирование нейрона на компьютере. Структура модели нейрона. Активационная функция нейрона. Виды активационных функций.
7. Моделирование нейрона на компьютере. Структура модели нейрона. Синаптические связи. Выбор коэффициентов синаптических связей.
8. Искусственные нейронные сети. Нейронные сети прямого и обратного распространения.
9. Искусственные нейронные сети. Основные свойства ИНС.
10. Алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей. Методы нелинейного программирования – безградиентные, градиентных, методы Монте-Карло.
11. Алгоритмы выбора структуры искусственной нейронной сети. Постановка задачи обучения искусственной нейронной сети.
12. Отрицательная обратная связь и принцип обратного распространения ошибки при обучении искусственной нейронной сети.
13. Обучение искусственной нейронной сети по принципам «с учителем» и «без учителя».
14. Алгоритмы обучения ИНС Хебба.
15. Нейронные сети Хепфилда и Хемминга.

#### Типовые задания для зачета

1. Охарактеризуйте структуру, интерфейс и функциональные возможности программы моделирования искусственных нейронных сетей Neural Network Constructor – NNC.
2. Приведите примеры использования аппарата искусственных нейронных сетей для решения практических задач. Перечислите особенности работы искусственных нейронных сетей.
3. Опишите методику обучения искусственных нейронных сетей умножению чисел. Перечислите особенности работы искусственных нейронных сетей.
4. Опишите методику обучения искусственных нейронных сетей прогнозированию временных рядов. Перечислите особенности работы искусственных нейронных сетей.
5. Опишите методику обучения искусственных нейронных сетей прогнозированию периодических временных рядов. Перечислите особенности работы искусственных нейронных сетей.

#### **4.4 Шкала оценивания промежуточной аттестации**

##### Зачет

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) - основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено»	ОПК-5	Демонстрирует высокий уровень знаний о современном состоянии исследований и разработок в области создания и проектирования экспертных систем, дает оценку результатам исследований и разработок, выполненным другими специалистами и в других учреждениях, прослеживает междисциплинарные связи Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано
	ПК-6	Свободно ориентируется в направлении исследования в области использования моделей построения систем искусственного интеллекта В полном объеме владеет навыками применения принципов математического моделирования предметной

		<p>области</p> <p>Демонстрирует знание и понимание основных принципов математического моделирования и методов принятия решений</p> <p>Определяет основные цели, задачи, методы научных исследований</p> <p>Свободно ориентируется в информационном и иллюстративном материале (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.)</p> <p>На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу</p>
«не зачтено»	ОПК-5	<p>Демонстрирует слабый уровень знаний о современном состоянии исследований и разработок в области создания и проектирования экспертных систем, не может дать оценку результатам исследований и разработок, выполненным другими специалистами и в других учреждениях, не прослеживает междисциплинарные связи.</p> <p>Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.</p>
	ПК-6	<p>Не ориентируется в направлениях исследований в области использования моделей построения систем искусственного интеллекта</p> <p>Не может продемонстрировать знание и понимание принципов построения систем искусственного интеллекта; видов баз данных, их особенностях и способов построения</p> <p>Не ориентируется в информационном и иллюстративном материале (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.)</p> <p>Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом</p>

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Горожанина Е.И. Нейронные сети [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Горожанина Е.И.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017.— 84 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75391.html>.
2. Павлова А.И. Информационные технологии: основные положения теории искусственных нейронных сетей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Павлова А.И.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017.— 191 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87110.html>.
3. Сырецкий, Г.А. Искусственный интеллект и основы теории интеллектуального управления : практикум : в 3 частях : [16+] / Г.А. Сырецкий ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. – Ч. 2. Нейросетевые системы. Генетический алгоритм. – 92 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576559>

### 5.2 Дополнительная литература

1. Барский А.Б. Искусственный интеллект и логические нейронные сети [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Барский А.Б.— Электрон. текстовые

данные.— Санкт-Петербург: Интермедия, 2019.— 360 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/95270.html>.

2. Бессмертный, И. А. Системы искусственного интеллекта: учебное пособие для среднего профессионального образования / И. А. Бессмертный. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 157 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-11361-7. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/45573>.

3. Новиков, Ф. А. Символический искусственный интеллект: математические основы представления знаний: учебное пособие для вузов / Ф. А. Новиков. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 278 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00734-3. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451447> (дата обращения: 30.12.2020).

## **6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

### **Электронная информационно-образовательная среда**

<http://moodle.tsutmb.ru>

Взаимодействие преподавателя и аспиранта в процессе освоения дисциплины осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.

#### **Лицензионное программное обеспечение:**

Операционная система Microsoft Windows 10 Home x64

Autodesk AutoCAD 2019

Autodesk Fusion360 2019

Autodesk Maya 2019

Adobe Photoshop CS3

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

#### **Информационные справочные системы и профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий):**

1. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyiy-katalog/>
2. Электронная библиотека ТГУ – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru>
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - URL: <http://www.biblioclub.ru>
4. ЭБС «IPRbooks» - URL: <http://www.iprbookshop.ru>

5. ЭБС «Юрайт»: (ВО и СПО), включая коллекцию «Легендарные книги» - URL: [www.urait.ru](http://www.urait.ru)
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - URL: <http://elibrary.ru>
7. Государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» - URL: <https://нэб.пф>
8. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина - URL: <http://www.prilib.ru>
9. БД издательства SpringerNature
  - URL: <https://link.springer.com/>
  - URL: <https://materials.springer.com/>
  - URL: <https://zbmath.org/>
  - URL: <https://goo.gl/PdhJdo> - БД Nano
10. БД ScienceDirect - URL: <https://www.sciencedirect.com/>
11. БД Scopus - URL: <http://www.scopus.com>
12. БД Web of Science
  - URL: [WOS GeneralSearch input.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&SID=Q1qfWXliB25bAcrlBPM&preferencesSaved](http://WOS.GeneralSearch.input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=Q1qfWXliB25bAcrlBPM&preferencesSaved)
13. Архив научных журналов зарубежных издательств URL: <https://arch.neicon.ru>
14. Словари ABBYY Lingvo x3 Европейская версия – установлены стационарно на ПК ТГУ