

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 27.10.2023 11:59:32  
Уникальный программный ключ:  
8db180d1a3f02ac9e60521a573743735e1f8b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  
машиностроения



/Е.В. Сафонов/

“ 18 ” \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Основы теории нейронных сетей»**

Направление подготовки

**15.04.01 Машиностроение**

Образовательная программа (профиль подготовки)

**«Цифровые технологии в аддитивном производстве и обработке давлением»**

Квалификация (степень) выпускника:

**Магистр**


Форма обучения:

**Очная**

Москва 2022

составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.04.01 «Машиностроение» по профилю подготовки «Цифровые технологии в аддитивном производстве и обработке давлением».

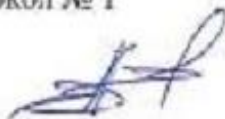
Программу составил:

 А.В. Кузнецов – к.т.н., доцент кафедры «Автоматика и управление»

утверждена на заседании кафедры «Автоматика и управление»

«31» августа 2022 г. протокол № 1

Заведующий кафедрой



/А.В. Кузнецов/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение», профиль подготовки «Цифровые технологии в аддитивном производстве и обработке давлением».

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения.

Председатель комиссии



«13» 08 2022 г. Протокол: № 14-12

# 1. Цели и задачи освоения дисциплины

## 1.1. Цели дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Основы теории нейронных сетей» следует отнести:

- формирование у студентов знаний общих принципов, методов и алгоритмов, применяемых в системах управления, использующих искусственные нейронные сети (ИНС);
- подготовку студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению.

## 1.2. Задачи дисциплины

- Ознакомление с краткой историей возникновения и развития ИНС;
- ознакомление с основными идеями, концепциями, тенденциями развития, понятиями, теоремами, моделями и алгоритмами, относящимися к использованию ИНС в технических системах;
- изучение теоретических основ и математического описания ИНС и их элементов;
- изучение разновидностей ИНС;
- изучение структуры, характеристик и функциональных возможностей модуля NeuralNetworksToolbox программного пакета MatLab для моделирования нейронных сетей.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Основы теории нейронных сетей» относится к числу факультативных дисциплин основной образовательной программы магистратуры. Она связана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП: «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении», «Исследование и оптимизация процессов аддитивного производства».

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине. Обучающийся должен
ОПК-5	Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических	<b>Знать:</b> - основные понятия, направления развития, принципы построения искусственных нейронных сетей (ИНС),

	<p>моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов</p>	<p>их разновидностей и классификации;  - способы применения ИНС для моделирования технических объектов в профессиональной сфере.  <b>Уметь:</b>  - выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении;  - использовать современные технологии ИНС при разработке математических моделей объектов машиностроения.  <b>Владеть:</b>  - навыками по разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении с использованием ИНС;  - навыками по моделированию вышеуказанных объектов с применением модуля NeuralNetworksToolbox программного пакета MatLab.</p>
--	---	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, т.е. 72 академических часов (из них 30 часов аудиторных занятий, 42 часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Основы теории нейронных сетей» изучаются на 4 семестре. В четвертом семестре выделяется 14 часов лекций и 16 часов лабораторных работ. Форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Основы теории нейронных сетей» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

#### Содержание разделов дисциплины «Основы теории нейронных сетей»

##### Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Основные положения, понятия и определения. Трактовка термина «искусственный интеллект». Нейрокибернетика и кибернетика «черного ящика». Персептрон Ф.Розенблатта и У.Мак-Каллока. Программно-аппаратное моделирование структур, подобных структуре мозга. Поиски алгоритмов решения интеллектуальных задач. Кибернетические модели и подходы. Основные направления развития ИИ.

##### Искусственные нейронные сети (ИНС)

Искусственный нейрон и ИНС. Синапсы и синапсические связи. Уровни сложности нейросетей. Задачи, решаемые с помощью ИНС. Преимущества нейронных сетей. Недостатки нейросетей. Функции активации и их виды: единичная ступенчатая,

логистическая, гиперболический тангенс. Свойства сигмоидальных функций активации. Виды ИНС. Однослойные нейронные сети. Многослойные нейронные сети. Сети прямого распространения. Сети с обратными связями.

### **Перцептроны**

Перцептрон как простейший вид ИНС. Сенсоры, ассоциативные элементы, реагирующие элементы. Классификация перцептронов. Перцептрон с одним скрытым слоем (элементарный перцептрон). Однослойный перцептрон. Сравнение однослойного перцептрона и искусственного нейрона. Многослойный перцептрон по Розенблатту и по Румельхарту. Теоремы Розенблатта. Линейная делимость. Разновидности перцептронов. Перцептрон МакКаллока-Питса. Обучение перцептрона. Правило Видроу-Хоффа..

### **Виды искусственных нейронов**

Сигмоидальный нейрон. Нейрон типа «адалайн». Сеть мадалайн. Инстар и аутстар Гроссберга. Нейроны типа WTA. Нейронная сеть типа WTA и ее обучение. Модель нейрона Хебба. Коэффициент забывания при обучении по правилу Хебба. Обучение линейного нейрона по правилу Ойя.

### **Однонаправленные многослойные сети сигмоидального типа**

Однослойная сеть. Ограниченность возможностей однослойных сетей. Решение проблемы нелинейного разделения применением двух линейных разделителей. Структура ИНС, выполняющей функцию XOR. Многослойный перцептрон.

### **Обучение ИНС**

Обучающая и тестовая выборки. Обучение с учителем. Обучение без учителя. Алгоритм обучения по методу обратного распространения ошибки. Этапы алгоритма обратного распространения ошибки. Градиентные алгоритмы обучения сети

### **Радиальная нейронная сеть**

Математические основы теории радиальных ИНС. Простейшая нейронная сеть радиального типа. Отличия радиальной ИНС от сигмоидальной. Сравнение радиальных и сигмоидальных сетей.

### **Специализированные структуры ИНС**

Сеть каскадной корреляции Фальмана. Сеть Вольтерри. Искусственные нейронные системы со свойством кратковременной памяти. Рекуррентные сети как ассоциативные запоминающие устройства. Автоассоциативная сеть Хопфилда. Режим обучения сети Хопфилда. Режим распознавания сети Хопфилда. Сеть Хемминга. Сеть типа ВАН. Рекуррентные сети на базе перцептрона. Перцептронная сеть с обратной связью. Алгоритм обучения сети RMLP. Рекуррентная сеть Эльмана. Сеть RTRN.

### **ИНС с самоорганизацией**

Сети с самоорганизацией на основе конкуренции. Проблема мертвых нейронов. Алгоритм Кохонена. Алгоритм нейронного газа. Сети с самоорганизацией корреляционного типа (хеббовские сети). Нейронные сети PCA. Нейронные ICA-сети Херольта-Джунтена.

## 5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Основы теории нейронных сетей» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;
- выполнение лабораторных работ в лабораториях вуза;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме устного опроса;
- проведение интерактивных занятий по подготовке к компьютерному тестированию с использованием системы LMS университета, разработанного под руководством Б.В.Кириличева на кафедре «Автоматика и управление».

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций, оценочные формы самостоятельной работы студентов:

- индивидуальный опрос студентов;
- защита лабораторных работ;
- компьютерное тестирование по материалам лекций и лабораторных работ в режиме промежуточного контроля с элементами подсказки и обучения;
- компьютерное тестирование по материалам лекций в режиме итогового контроля;
- зачет по материалам второго семестра.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы, включенные в тесты достижений открытой формы, используемые программным комплексом «ТестСтудио».

#### 6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

##### 6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-5.	Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов

В процессе освоения образовательной программы данная компетенция, в том числе ее отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

### 6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
ОПК-5. Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов				
<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия, направления развития, принципы построения искусственных нейронных сетей (ИНС), их разновидностей и классификации;</li> <li>- способы применения ИНС для разработки математических моделей и моделирования технических объектов в профессиональной сфере.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия, направления развития, принципы построения искусственных нейронных сетей (ИНС), их разновидностей и классификации;</li> <li>- способы применения ИНС для разработки математических моделей и моделирования технических объектов в профессиональной сфере.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия, направления развития, принципы построения искусственных нейронных сетей (ИНС), их разновидностей и классификации;</li> <li>- способы применения ИНС для разработки математических моделей и моделирования технических объектов в профессиональной сфере. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия, направления развития, принципы построения искусственных нейронных сетей (ИНС), их разновидностей и классификации;</li> <li>- способы применения ИНС для разработки математических моделей и моделирования технических объектов в профессиональной сфере. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия, направления развития, принципы построения искусственных нейронных сетей (ИНС), их разновидностей и классификации;</li> <li>- способы применения ИНС для разработки математических моделей и моделирования технических объектов в профессиональной сфере. Свободно оперирует приобретенными знаниями.</li> </ul>

		ситуации.		
<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении;</li> <li>- использовать современные технологии ИНС при разработке математических моделей объектов машиностроения.</li> </ul>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении;</li> <li>- использовать современные технологии ИНС при разработке математических моделей объектов машиностроения.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении;</p> <p>- использовать современные технологии ИНС при разработке математических моделей объектов машиностроения.</p> <p>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении;</p> <p>- использовать современные технологии ИНС при разработке математических моделей объектов машиностроения.</p> <p>Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: - выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении;</p> <p>- использовать современные технологии ИНС при разработке математических моделей объектов машиностроения.</p> <p>Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками по разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении с использованием ИНС;</li> <li>- навыками по моделированию вышеуказанных объектов с применением модуля NeuralNetworksToolbox программного</li> </ul>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками по разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении с использованием ИНС;</li> <li>- навыками по моделированию вышеуказанных объектов с</li> </ul>	<p>Обучающийся в недостаточной степени владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками по разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении с использованием ИНС;</li> <li>- навыками по моделированию вышеуказанных объектов с применением модуля</li> </ul>	<p>Обучающийся частично владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками по разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении с использованием ИНС;</li> <li>- навыками по моделированию вышеуказанных объектов с применением модуля NeuralNetworksToolbox</li> </ul>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками по разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении с использованием ИНС;</li> <li>- навыками по моделированию вышеуказанных объектов с применением</li> </ul>



пакета MatLab.	применением модуля NeuralNetworksToolbox программного пакета MatLab.	NeuralNetworksToolbox программного пакета MatLab. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	ох программного пакета MatLab. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	модуля NeuralNetworksToolbox программного пакета MatLab. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
----------------	--	---	---	---

## Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

### Форма промежуточной аттестации: компьютерное тестирование

*Критерий оценки.* Студенту предлагается тест, содержащий порядка 50 вопросов. Результаты итогового теста оцениваются по шкале от 0 до 100 баллов. Освоение компетенций зависит от результата прохождения теста: 91-100 баллов – компетенции считаются освоенными на высоком уровне (оценка отлично); 80-90 баллов – компетенции считаются освоенными на продвинутом уровне (оценка отлично); 65-79 баллов – компетенции считаются освоенными на базовом уровне (оценка хорошо); 50-64 баллов – компетенции считаются освоенными на удовлетворительном уровне (оценка удовлетворительно); 0-49 баллов – компетенции считаются не освоенными (оценка неудовлетворительно).

### Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Компьютерные технологии управления в технических системах» (выполнили лабораторные работы, прошли промежуточный контроль в виде компьютерного тестирования).

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены

	незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонд оценочных средств представлен в приложении 2 к рабочей программе.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
2. Галушкин А.И. Основы теории нейронных сетей. Кн.1: Учебное пособие для вузов. – М.: ИПЖР, 2000. – 416 с.
3. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.: ил. – Пер. с польского И.Д. Рудинского. ISBN 5-279-02567-4
4. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005. – 304 с. – (Серия «Информатика в техническом университете»).

### б) дополнительная литература:

1. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И. Д. Рудинского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.
2. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 352 с. (Науки об искусственном). – ISBN 5-8360-0330-0.

### в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте <http://lib.mami.ru/ebooks/> в разделе «Библиотека».  
[http://sernam.ru/book\\_gen.php](http://sernam.ru/book_gen.php) Научная библиотека.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- 1) Компьютерные классы кафедры «Автоматика и управление»: ауд. 2614ав, 2507ав.

Оборудование и аппаратура: проектор, ноутбук, материалы в электронном виде для лекций и лабораторных работ.

Программное обеспечение: программный комплекс «MatLab», модуль NeuralNetworksToolbox.

2) Библиотека с читальным залом, книжный фонд которой составляет специализированная методическая и учебная литература, журналы.

## **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов применения методов ИИ, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

### **Задачи самостоятельной работы студента:**

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету.

### **Виды внеаудиторной самостоятельной работы:**

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы.

## **Вопросы, выносимые на самостоятельную работу (ОПК-5)**

- Программный пакет MatLab, модуль NeuralNetworksToolbox. Возможности моделирования искусственных нейронных сетей (с использованием справочной системы пакета);

## **10. Методические рекомендации для преподавателя**

Основное внимание при преподавании дисциплины «Основы теории нейронных сетей» следует уделять изучению существующих и перспективных методов ИИ в приложении к задаче управления техническим объектом. Для активизации учебного

процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций, компьютерное тестирование в среде LMS в режиме обучения.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, тексты лекций с иллюстрациями и анимацией, лабораторные работы, информационные ресурсы Интернета;
- программный пакет MatLab, модуль NeuralNetworksToolbox;

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки магистров **15.04.01 «Машиностроение»**, образовательная программа (профиль) **«Цифровые технологии в аддитивном производстве и обработке давлением»**.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 15.04.01 Машиностроение  
ОП (профиль): «Цифровые технологии в аддитивном производстве и обработке  
давлением»  
Форма обучения: очная

Кафедра «Автоматика и управление»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Основы теории нейронных сетей**

Состав:

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:  
перечень вопросов для зачета  
образцы вопросов из фонда тестовых заданий  
перечень лабораторных работ

**Составитель:**

доцент, к.т.н. Кузнецов А.В.

Москва, 2022 год

---

## Основы теории нейронных сетей

Компетенции		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
Индекс	Формулировка				
<b>ОПК-5</b>	Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов .	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия, направления развития, принципы создания систем с использованием ИНС, их разновидностей и классификации;</li> <li>- существующие методы и алгоритмы ИНС, применяемые в технических системах, в том числе для принятия решений;</li> <li>- структуру, характеристики и функциональные возможности программного пакета MatLab для моделирования искусственных нейронных сетей.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики</li> </ul>	лекции, самостоятельная работа, лабораторные работы, тестирование	Т, УО, ЛР	<p><b>Базовый уровень:</b> воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам.</p> <p><b>Повышенный уровень:</b> практическое применение полученных знаний в процессе изучения дисциплины; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.</p>

		<p>и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- моделировать системы, машины, приводы, процессы, явления, объекты с использованием ИНС с помощью программного пакета MatLab.</li></ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- навыками по разработке и практическому применению методов и алгоритмов ИНС для решения задач управления в профессиональной сфере;</li><li>- навыками моделирования ИНС в среде MatLab</li></ul>			
--	--	---	--	--	--

**Перечень оценочных средств по дисциплине**

**«Основы теории нейронных сетей»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос/ собеседование (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
3	Лабораторные работы (ЛР)	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов	Перечень лабораторных работ и их оснащение



## Перечень вопросов к зачету (ОПК-5)

Текст вопроса
Основная концепция нейрокибернетики
Перцептрон и нейросети
Основная концепция кибернетики «черного ящика»
Схема основных направлений развития ИИ
Подходы к решению интеллектуальных задач
Данные, знания, информация
Биологический нейрон и его состав
Искусственный нейрон и его состав
Разновидности функций активации искусственного нейрона
Логистическая функция активации и ее преимущества
Нейронная сеть человека и ее оценки
Возможности компьютерного моделирования нейронных сетей
Соотношение скорости обработки информации реализациями ИНС и мозгом человека
Типы задач, решаемые с помощью ИНС
Виды ИНС
ИНС со свойством кратковременной памяти
Обучение ИНС с учителем и без учителя
Преимущества и недостатки ИНС
Состав перцептрона Розенблатта
Значения выходов сенсоров, R-элементов, S-A и A-R связей в перцептроне
Разновидности перцептронов
Отличие однослойного перцептрона от искусственного нейрона
Задачи, решаемые с помощью перцептронов
Теоремы Розенблатта и условия их выполнения
Классификация перцептронов
Понятие линейной делимости
Соотношение понятий ИНС и перцептрона
Решение задач классификации и распознавания образов с помощью ИНС
Решение задач прогнозирования с помощью ИНС
Решение с помощью ИНС задач идентификации и управления динамическими процессами
Решение задач ассоциации с помощью ИНС
Черты искусственного интеллекта в нейронных сетях
Перцептрон МакКаллока-Питса
Разновидности перцептронов
Обучение перцептрона. Правило Видроу-Хоффа
Сигмоидальный нейрон
Нейрон типа «адалайн»
Сеть мадалайн
Инстар и аутстар Гроссберга

Нейроны типа WTA
Нейронная сеть типа WTA и ее обучение
Модель нейрона Хебба
Коэффициент забывания при обучении по правилу Хебба
Обучение линейного нейрона по правилу Ойя
Однослойная сеть. Ограниченность возможностей однослойных сетей
Однонаправленные многослойные сети сигмоидального типа
Решение проблемы нелинейного разделения применением двух линейных разделителей
Структура ИНС, выполняющей функцию XOR
Многослойный персептрон
Алгоритм обратного распространения ошибки
Градиентные алгоритмы обучения сети
Радиальная нейронная сеть
Математические основы теории радиальных ИНС
Простейшая нейронная сеть радиального типа
Отличия радиальной ИНС от сигмоидальной
Сравнение радиальных и сигмоидальных сетей
Сеть каскадной корреляции Фальмана
Сеть Вольтерри
Искусственные нейронные системы со свойством кратковременной памяти
Рекуррентные сети как ассоциативные запоминающие устройства
Автоассоциативная сеть Хопфилда
Режим распознавания сети Хопфилда
Сеть Хемминга
Сеть типа ВАН
Рекуррентные сети на базе персептрона
Персептронная сеть с обратной связью
Алгоритм обучения сети RMLP
Рекуррентная сеть Эльмана
Сеть RTRN
Отличительные особенности сетей с самоорганизацией на основе конкуренции
Проблема мертвых нейронов
Алгоритм Кохонена
Алгоритм нейронного газа
Сети с самоорганизацией корреляционного типа
Нейронные сети PCA
Нейронные ICA-сети Херольта-Джугтена

### Образцы вопросов из фонда тестовых заданий (ОПК-5)

№ п/п	Текст вопроса	Варианты ответов
1	Какие составляющие входят в	1)Синапсы; 2)Функция преобразования;

	искусственный нейрон?	3)Скрытые слои; 4) Функция активации; 5)Аксон
		1)Синаптические веса; 2)Функция преобразования; 3)Скрытые слои; 4)Аксон
		1)Входы; 2)Синапсы; 3)Сумматор; 4)Функция активации; 5)Выходы
		1)Ядро; 2)Митохондрии; 3)Дендриты; 4)Синапсы; 5)Аксон
2	Кто считается родоначальником искусственного интеллекта?	Карло Коллоди
		Норберт Винер
		Раймонд Луллий
		Альберт Эйнштейн
		Дмитрий Поспелов
3	Когда и где появился термин «искусственный интеллект»?	В XIII веке в Испании
		В 1956 г. на семинаре с аналогичным названием в Дартмутском колледже (США)
		В 1990 г. в Массачусетском технологическом институте (США)
		В 2009 г. на семинаре с аналогичным названием в МГУ (РФ)
4	Сколько приблизительно синапсов в головном мозге человека?	$85 \cdot 10^6$
		$85 \cdot 10^9$
		$\approx 10^{15}$
		$\approx 10^6$
5	Когда появилась идея создания искусственного подобия человека для решения сложных задач и моделирования человеческого разума?	В 2001 году С.Спилберг выпустил фильм "Искусственный разум" - и началось...
		В XIII веке средневековый испанский философ, математик и поэт Раймонд Луллий попытался создать механическую машину для решения различных задач
		В древнем Египте была создана «оживающая» механическая статуя бога Амона.
		В 1881 году флорентийский писатель Карло Коллоди написал сказку "Приключения Пинокио. История деревянной куклы" - оттуда и пошло...

		Данные, знания, информация
		Синтаксис, семантика, прагматика
6	Какие составляющие входят в биологический нейрон?	1)Синапсы; 2)Функция преобразования; 3)Скрытые слои; 4) Функция активации; 5)Аксон
		1)Синаптические веса; 2)Функция преобразования; 3)Скрытые слои; 4)Аксон
		1)Входы; 2)Синапсы; 3)Сумматор; 4)Функция активации; 5)Выходы
		1)Ядро; 2)Митохондрии; 3)Дендриты; 4)Синапсы; 5)Аксон

### Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование	Оснащение	Кол-во часов
<b>2 семестр</b>			
1	Лабораторная работа №1 «Программный пакет NeuralNetworksToolbox в программной среде MatLab, его графический интерфейс, возможности и характеристики»	Программный комплекс MatLab	2
2	Лабораторная работа №2 «Создание модели нейронной сети с помощью М-файла в программной среде MatLab»	Программный комплекс MatLab	2
3	Лабораторная работа №3 «Создание модели нейронной сети распознавания букв латинского алфавита в программной среде MatLab»	Программный комплекс MatLab	2
4	Лабораторная работа №4 «Создание радиальной базисной сети для аппроксимации функций в программной среде MatLab»	Программный комплекс MatLab	2
5	Лабораторная работа №5 «Создание упрощённой системы управления роботом с использованием нейроконтроллера в программной среде MatLab»	Программный комплекс MatLab	2
6	Лабораторная работа №6 «Создание сложной ИНС в программной среде	Программный комплекс MatLab	4

	MatLab»		
7	Итоговое занятие. Защита лабораторных работ	Программный комплекс MatLab	2
		<b>Итого часов</b>	<b>16</b>

### **Примерные вопросы к защите лабораторных работ**

#### **К лабораторной работе №1**

1. Что нужно сделать для создания нейронной сети?
2. Что означает тип нейронной сети Feed-forward backprop?
3. Что необходимо сделать для повышения точности сети?
4. Как вызвать графический интерфейс пользователя?

#### **К лабораторной работе №2**

1. В чем отличие М-файла от М-функции?
2. Укажите значение функции: Neff, Logsig, Train, Sim.
3. Каким способом можно уменьшить время обучения?

#### **К лабораторной работе №3**

1. Для чего необходимо проводить обучение сети с шумом?
2. Какая цветовая палитра используется?
3. Как в итоговом массиве цифр определить, что сеть правильно распознала букву?

#### **К лабораторной работе №4**

1. Какие существуют способы задания математической модели функции?
2. В чем состоит главная особенность радиально базисных сетей?
3. Что означают команды: Radbas(a), Hold on, Newrb, Goad, Spread?

#### **К лабораторной работе №5**

1. Что представляет собой нейроконтроллер?
2. Где применяются нейроконтроллеры?
3. На основании каких показателей строится результат?

## **Задания к лабораторным работам**

### **К лабораторной работе №3**

Каждый студент использует при распознавании свою букву алфавита, соответствующую его порядковому номеру в списке группы.

### **К лабораторной работе №6**

Каждый студент использует свои параметры для построения искусственной нейронной сети.

**Структура и содержание дисциплины «Основы теории нейронных сетей»  
по направлению 15.04.01 «Машиностроение»  
и профилю подготовки «Цифровые технологии в аддитивном производстве и обработке давлением»**

№ № п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студенто в				Формы аттеста ции		
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	ПЛ Р	СИ	Ре ф	КР	Э	З	
<b>Семестр 2</b>															
<b>1.1</b>	<b>Введение.</b> Предмет, задачи и содержание дисциплины. Основные положения, понятия и определения. Нейрокибернетика и кибернетика «черного ящика». Перцептрон Ф.Розенблатта и У.Мак-Каллока. Программно-аппаратное моделирование структур, подобных структуре мозга. Основные направления развития ИИ. Строение биологического нейрона. Синапсы и синапсические связи.	<b>4</b>	<b>1,2</b>	<b>2</b>			<b>1</b>				<b>1</b>				
<b>1.2</b>	Лабораторная работа №1 «Программный модуль NeuralNetworksToolbox в программной среде MatLab, его графический интерфейс, возможности и характеристики»	<b>4</b>	<b>1,2</b>			<b>2</b>	<b>4</b>			<b>2</b>	<b>2</b>				

1.3	<b>Искусственные нейроны.</b> Сигмоидальный нейрон. Нейрон типа «адалайн». Сеть мадалайн. Инстар и аутстар Гроссберга. Нейроны типа WTA. Нейронная сеть типа WTA и ее обучение. Модель нейрона Хебба. Коэффициент забывания при обучении по правилу Хебба. Обучение линейного нейрона по правилу Ойя.	4	3,4	2			1			1				
1.4	Лабораторная работа №2 «Создание модели нейронной сети с помощью М-файла в программной среде MatLab»	4	3,4			2	4		2	2				
1.5	<b>Перцептроны.</b> Перцептрон как простейший вид ИНС. Сенсоры, ассоциативные элементы, реагирующие элементы. Сравнение однослойного перцептрона и искусственного нейрона. Многослойный перцептрон по Розенблатту и по Румельхарту. Теоремы Розенблатта. Линейная делимость. Классификация перцептронов. Разновидности перцептронов. Перцептрон МакКаллока-Питса. Обучение перцептрона. Правило Видроу-Хоффа.	4	5,6	2			2			2				
1.6	Лабораторная работа №3 «Создание модели нейронной сети распознавания букв латинского алфавита»	4	5,6			2	4		2	2				
1.7	<b>Искусственные нейронные сети (ИНС).</b> Искусственный нейрон и ИНС. Уровни сложности нейросетей. Задачи, решаемые с	4	7,8	2			2			2				



	помощью ИНС. Преимущества нейронных сетей. Недостатки нейросетей. Функции активации и их виды: единичная ступенчатая, логистическая, гиперболический тангенс. Свойства сигмоидальных функций активации. Виды ИНС. Однослойные нейронные сети. Многослойные нейронные сети. Сети прямого распространения. Сети с обратными связями.													
<b>1.8</b>	Лабораторная работа №4 «Создание радиальной базисной сети для аппроксимации функций»	<b>4</b>	<b>7,8</b>			<b>2</b>	<b>4</b>		<b>2</b>	<b>2</b>				
<b>1.9</b>	<b>Обучение ИНС.</b> Обучающая и тестовая выборки. Обучение с учителем. Обучение без учителя. Алгоритм обучения по методу обратного распространения ошибки. Этапы алгоритма обратного распространения ошибки. Градиентные алгоритмы обучения сети.	<b>4</b>	<b>9,10</b>	<b>2</b>			<b>2</b>			<b>2</b>				
<b>1.10</b>	Лабораторная работа №5 «Создание упрощённой системы управления роботом с использованием нейроконтроллера»	<b>4</b>	<b>9,10</b>			<b>2</b>	<b>4</b>		<b>2</b>	<b>2</b>				
<b>1.11</b>	<b>Радиальная нейронная сеть.</b> Математические основы теории радиальных ИНС. Простейшая нейронная сеть радиального типа. Отличия радиальной ИНС от сигмоидальной. Сравнение радиальных и сигмоидальных сетей.	<b>4</b>	<b>11,12</b>	<b>2</b>			<b>2</b>			<b>2</b>				
<b>1.12</b>	Лабораторная работа №6 «Создание сложной ИНС в программной среде MatLab»	<b>4</b>	<b>11,12</b>			<b>2</b>	<b>4</b>		<b>2</b>	<b>2</b>				

<b>1.13</b>	<b>Специализированные структуры ИНС.</b> Сеть каскадной корреляции Фальмана. Сеть Вольтерри. Рекуррентные сети как ассоциативные запоминающие устройства. Автоассоциативная сеть Хопфилда. Режим обучения сети Хопфилда. Режим распознавания сети Хопфилда. Сеть Хемминга. Сеть типа ВАР. Персептронная сеть с обратной связью. Алгоритм обучения сети RMLP. Рекуррентная сеть Эльмана. Сеть RTRN	<b>4</b>	<b>13,14</b>	<b>2</b>		<b>2</b>			<b>2</b>				
<b>1.14</b>	Лабораторная работа №7 «Создание сложной ИНС в программной среде MatLab» (окончание)	<b>4</b>	<b>13,14</b>			<b>2</b>	<b>2</b>			<b>2</b>			
<b>1.15</b>	Итоговое занятие. Защита лабораторных работ	<b>4</b>	<b>15,16</b>			<b>2</b>							
	<b>Форма аттестации</b>											<b>3</b>	
	Всего часов	<b>72</b>		<b>14</b>		<b>16</b>	<b>42</b>		<b>16</b>	<b>26</b>			