



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

20.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В НАУЧНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ***

Научная специальность
2.6.3. Литейное производство

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения
очная

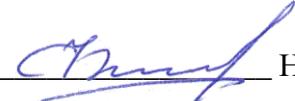
Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Литейных процессов и материаловедения
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГТ (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

08.02.2024, протокол № 6

Зав. кафедрой  Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

20.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ЛПИМ, д-р техн. наук  В.П. Чернов

Рецензент:

зав. кафедрой, д-р техн. наук  Б.А. Кулаков

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Применение нейронных сетей в научных исследованиях» являются: теоретическое изучение основ и методов применения нейронных сетей для моделирования исследования и оптимизации объектов литейного производства, технологических процессов, а также сплавов с заданными свойствами и технологических процессов их получения.

Для достижения поставленной цели в дисциплине «Применение нейронных сетей в научных исследованиях» решаются задачи по изучению:

- модели нейрона (синапсы, сумматор, функция активации).
- сбор данных для обучения нейронных сетей, выбор топологии сети, обучение сети;
- методы оптимизации объектов литейного производства, составов сплавов и технологий их получения с использованием нейронных сетей.

2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Применение нейронных сетей в научных исследованиях» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

КНС-3 Способен разрабатывать технологические процессы, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты для изготовления литых изделий и перспективных материалов для их получения

КНС-5 Способен организовывать и проводить научные исследования по разработке новых технологических процессов и материалов

3. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 51 акад. часов;
- аудиторная – 51 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 21 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа студента	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Лек.	практ. зан.		
1. Раздел					
1.1 Искусственные нейронные сети (ИНС), математические модели, их программные или аппаратные реализации.	4	1	4	2	Устный опрос. Доклад с презентацией.
Итого по разделу		1	4	2	
2. Раздел					
2.1 Сбор данных для обучения. Репрезентативность. Непротиворечивость. Преобразование исходных данных к виду, в котором их можно подать на входы сети. Обучающий вектор.	4	2	3	3	Устный опрос. Доклад с презентацией
Итого по разделу		2	3	3	
3. Раздел					
3.1 Нормировка для данных разной размерности. Квантование данных. Фильтрация для «зашумленных» данных. Представление как входных, так и выходных данных.	4	2	3	3	Устный опрос. Доклад с презентацией
Итого по разделу		2	3	3	
4. Раздел					
4.1 Выбор топологии сети исходя из постановки задачи и имеющихся данных для обучения. Самоорганизующаяся карта Кохонена. Нейронная сеть Хопфильда. Многослойный перцептрон. Сеть Ворда.	4	2	3	3	Устный опрос. Доклад с презентацией.
Итого по разделу		2	3	3	
5. Раздел					
5.1 Экспериментальный подбор характеристик сети. Число слоев, число блоков в скрытых слоях, наличие или отсутствие обходных соединений, передаточные функции	4	2	4	2	Устный опрос. Доклад с презентацией.
Итого по разделу		2	4	2	
6. Раздел					

6.1 Экспериментальный подбор параметров обучения. Обучение сети. Оверфиттинг. Паралич нейросети.	4	2	4	2	Устный опрос. Доклад с презентацией.
Итого по разделу		2	4	2	
7. Раздел					
7.1 Проверка адекватности обучения. Критерии адекватности обучения нейросети.	4	2	4	2	Устный опрос. Доклад с презентацией.
Итого по разделу		2	4	2	
8. Раздел					
8.1 Методы оптимизации объектов литейного производства, составов сплавов и технологий их получения с использованием нейронных сетей.	4	2	4	2	Устный опрос. Доклад с презентацией.
Итого по разделу		2	4	2	
9. Раздел					
9.1 Прикладное программное обеспечение, Блок «Нейросети» пакета Statistica 6	4	2	5	2	Устный опрос. Доклад с презентацией.
Итого по разделу		2	5	2	
Итого за семестр		17	34	21	зачёт
Итого по дисциплине		17	34	21	зачет

4 Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

Представлены в приложении 1.

5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Мельниченко, А. С. Анализ данных в материаловедении : учебное пособие / А. С. Мельниченко. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Часть 1 — 2013. — 72 с. — ISBN 978-5-87623-666-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117168> (дата обращения: 03.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Амелина, М. А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10 : учебное пособие / М. А. Амелина, С. А. Амелин. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 632 с. — ISBN 978-5-8114-1758-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/53665> (дата обращения: 03.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие / А. П. Лукинов. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1166-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2765> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Сенько, О. В. Цифровые методы диагностики и прогнозирования процессов : учебное пособие / О. В. Сенько. — Москва : МИСИС, 2016. — 85 с. — ISBN 978-5-906846-21-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93680> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. 2. Электронный учебник Statistica. Раздел «Нейросети». [Электронный ресурс]. URL: <http://statsoft.ru/home/textbook/default.htm>.

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
STATISTICA в.6	К-139-08 от 22.12.2008	бессрочно
Аппаратно - программный комплекс «Многомасштабное моделирование в нанотехнологиях»	К-62-14 от 12.08.2014	бессрочно
АСКОН Компас 3D в.16	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web

4. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за семестр и проводится в форме зачета с оценкой.

Данный раздел состоит из двух пунктов:

- Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.
- Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в виде зачета с оценкой:

<p>КНС-5: Способен организовывать и проводить научные исследования по разработке новых технологических процессов и материалов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Биологический нейрон. 2. Биологические нейронные сети. 3. Биологическая изменчивость и обучение нейронных сетей 4. Формальный нейрон Маккалока-Питтса. 5. Персептрон Розенблатта. Теорема об обучении персептрона. 6. Персептронная представляемость. 7. Теорема Колмогорова. 8. Теорема Стоуна. 9. Алгоритм обратного распространения ошибки. 10. Оптимизация размера сети. 11. Адаптивная оптимизации архитектуры сети. Валидация обучения. Ранняя остановка обучения. 12. Прореживание связей. 13. Сети встречного распространения. Структура сети. 14. Сети встречного распространения. Сжатие данных. 15. Сети с обратными связями. 16. Нейродинамика в модели Хопфилда. 17. Правило обучения Хебба. 18. Ассоциативность памяти и задача распознавания образов. 19. Сеть Хемминга. 20. Двухнаправленная ассоциативная память. 21. Применения сети Хопфилда к задачам комбинаторной оптимизации. 22. Метод имитации отжига. Машина Больцмана. 23. Оптимизация с помощью сети Кохонена. 24. Растущие нейронные сети. 25. Гибридный алгоритм обучения нечетких сетей.
<p>КНС-3: Способен разрабатывать технологические процессы, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты для изготовления литых изделий и перспективных материалов для их получения</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проблема функции ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ. 2. Линейная разделимость. Преодоление проблемы линейной разделимости. 3. Обучение с учителем: классификация образов. 4. Обучение с учителем: аппроксимация многомерных функций. 5. Проблемы обучения: ошибка аппроксимации; переобучение; ошибка, связанная

со сложностью модели.

6. Обучение без учителя: Структура слоя Кохоненна. Структура слоя Гроссберга.
7. Обучение слоя Кохонена. Предварительная обработка входных векторов. Выбор начальных значений весовых векторов. Статистические свойства обученной сети.
8. Обучение слоя Гроссберга. Сеть встречного распространения полностью.
9. Предобработка данных. Общие вопросы.
10. Предобработка данных. Максимизация энтропии как цель предобработки.
11. Предобработка данных. Кодирование нечисловых переменных.
12. Предобработка данных. Отличие между входными и выходными переменными.
13. Предобработка данных. Индивидуальная нормировка данных.
14. Предобработка данных. Совместная нормировка: выбеливание входов.
15. Предобработка данных. Понижение размерности входов методом главных компонент.
16. Предобработка данных. Восстановление пропущенных компонент данных.
17. Предобработка данных. Понижение размерности входов с помощью нейросетей.
18. Предобработка данных. Квантование входов.
19. Предобработка данных. Линейная значимость входов.
20. Предобработка данных. Нелинейная значимость входов. Vox-counting алгоритмы.
21. Предобработка данных. Формирование оптимального пространства признаков.
22. Нечеткие множества. Лингвистические переменные. Нечеткие правила вывода.
23. Нечеткие множества. Системы нечеткого вывода Мамдани-Заде.
24. Нечеткие множества. Фазификатор.
25. Нечеткие множества. Дефазификатор
26. Нечеткие множества. Модель Мамдани-Заде как универсальный аппроксиматор.
27. Нечеткие сети TSK (Такаги-Сугено-Канга).

Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Применение нейронных сетей в научных исследованиях» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Критерии оценки зачёта с оценкой:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.