



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

13.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Направление подготовки (специальность)
22.04.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы
Искусственный интеллект в металлургии

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированных систем управления
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 22.04.02 Metallurgy (приказ Минобрнауки России от 24.04.2018 г. № 308)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированных систем управления
07.02.2024, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.М. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  В.Р. Храпшин

Согласовано:

Зав. кафедрой Литейных процессов и материаловедения

 Н.А. Феоктистов

Рабочая программа составлена:

зав. кафедрой АСУ, д-р техн. наук  С.М. Андреев

Рецензент:

Начальник отдела промышленных киберфизических систем и решений

ЗАО «КонсОМ СКС»  Е.А. Хренов



Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является развитие целостного понимания методов искусственного интеллекта и возможностях их использования для анализа контролируемых параметров технологических процессов в рамках металлургического предприятия для выявления отклонений от нормального хода и определения путей повышения эффективности технологических операций.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Контроль технологических процессов на металлургических предприятиях с использованием искусственного интеллекта входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Ресурсо- и энергосбережение в металлургии
Искусственный интеллект и машинное обучение
Моделирование и оптимизация технологических процессов
Искусственные нейронные сети

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/ практик:

Проектирование технологических процессов с использованием искусственного интеллекта

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная практика, преддипломная практика

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Контроль технологических процессов на металлургических предприятиях с использованием искусственного интеллекта» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-9	Способен руководить проектами по созданию систем искусственного интеллекта с применением новых методов и алгоритмов машинного обучения со стороны заказчика
ПК-9.1	Руководит работой по применению искусственного интеллекта со стороны заказчика Знает: возможности современных инструментальных средств и систем программирования для решения задач машинного обучения; Умеет: проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор инструментальных средств для решения задач машинного обучения; Имеет практический опыт: участия в проектах по изучению опыта использования искусственного интеллекта с применением новых методов и алгоритмов машинного обучения в металлургии
ПК-10	Способен руководить проектами со стороны заказчика по созданию, поддержке и использованию системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов
ПК-10.1	Руководит работами по оценке и выбору моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленных задач со стороны заказчика Знает: функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей

	<p>искусственных нейронных сетей, в том числе сетей-трансформеров и сетей с автоматически генерируемой архитектурой</p> <p>Умеет: проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения задач машинного обучения</p> <p>Умеет: умеет применять современные инструментальные методы и средства обучения моделей искусственных нейронных сетей</p>
ПК-10.2	<p>Руководит созданием систем искусственного интеллекта на основе моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств со стороны заказчика</p> <p>Знает: принципы построения систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта;</p> <p>Умеет: руководить выполнением коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей;</p> <p>Имеет практический опыт: участия в проектах по изучению опыта использования искусственного интеллекта с применением нейросетевых моделей и методов в металлургии; участия в проектах по изучению опыта использования искусственного интеллекта с применением нейросетевых моделей и методов в металлургии; по оценке и выбору моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленных задач</p>

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 19,1 акад. часов;
- аудиторная – 19 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 52,9 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Задачи контроля и прогнозирования параметров металлургических процессов								
1.1 Технические средства контроля параметров технологического процесса	3			4	10	Поиск и проработка материала в дополнительных источниках. Подготовка к выполнению практической работы "Методы измерения и передачи параметров технологических процессов".	Устный опрос по теме. Устный опрос по выполненной практической работе.	ПК-9.1, ПК-10.1, ПК-10.2
1.2 Программные средства контроля, передачи и хранения информации о параметрах технологического процесса				4	11	Поиск и проработка материала в дополнительных источниках. Подготовка к выполнению практической работы "Разработка системы мониторинга параметров технологических процессов с использованием АРМ оператора".	Устный опрос по теме. Устный опрос по выполненной практической работе.	ПК-9.1, ПК-10.1, ПК-10.2
Итого по разделу				8	25			

2. Методы искусственного интеллекта в обработке данных технологического									
2.1	Постановка и решение задачи регрессии с использованием машинного обучения	3			5	11,9	Поиск и проработка материала в дополнительных источниках. Подготовка к выполнению практической работы "Решение задачи регрессии для технологических параметров с использованием методов машинного обучения".	Устный опрос по теме. Устный опрос по выполненной практической работе.	ПК-9.1, ПК-10.1, ПК-10.2
2.2	Постановка и решение задачи регрессии с использованием искусственных нейронных сетей				6	12	Поиск и проработка материала в дополнительных источниках. Подготовка к выполнению практической работы "Регрессионный анализ технологических параметров с использованием ИНС".	Устный опрос по теме. Устный опрос по выполненной практической работе.	ПК-9.1, ПК-10.1, ПК-10.2
Итого по разделу				11	27,9				
Итого за семестр				19	44,9			зао	
Итого по дисциплине				19	52,9			зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Контроль технологических процессов на металлургических предприятиях с использованием искусственного интеллекта» используются:

Технологии проектного обучения – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания.

Информационно-коммуникационные образовательные технологии – в ходе проведения практических занятий предусматривается использование электронного демонстрационного материала (визуализации), использование Интернет ресурсов для промежуточных аттестаций и проверки остаточных знаний.

На практических работах выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме.

Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке в процессе выполнения контрольных работ, а также в процессе подготовки к устному опросу, тестированию и итоговой аттестации.

В ходе проведения занятий предусматривается:

использование электронного демонстрационного материала;

использование электронных учебников по отдельным темам занятий;

активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос, тестовый опрос, индивидуальный доклад по результатам выполнения практической работы и т.д.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Платонов, А. В. Машинное обучение : учебное пособие для вузов / А. В. Платонов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 85 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15561-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/508804> (дата обращения: 13.01.2024).

2. Станкевич, Л. А. Интеллектуальные системы и технологии : учебник и практикум для вузов / Л. А. Станкевич. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 397 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02126-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489694> (дата обращения: 01.04.2024).

б) Дополнительная литература:

3. Кухаренко, Б. Г. Интеллектуальные системы и технологии : учебное пособие / Б. Г. Кухаренко. — Москва : РУТ (МИИТ), 2015. — 116 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/188412> (дата обращения: 06.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

4. Андреев, С.М. Методы математического моделирования промышленных и мехатронных систем управления: практикум [Текст]: учебное пособие / С.М. Андреев, В.Р. Гасияров. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. 105 с. ISBN 978-5-9967-1739-2

г) 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	бессрочно
Виртуальный стенд системы автоматического управления технологическим параметром	свидетельство №2013612340	бессрочно
Scilab Computation Engine	свободно распространяемое ПО	бессрочно
LibreOffice	свободно распространяемое	бессрочно
MAXIMA	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
Ред ОС	Сертификат №01-04\22 от 06.05.2022	06.05.2025
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Anaconda Python	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	http://ecsocman.hse.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (ауд. 437, 450)
Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий: компьютерный класс (ауд 448, 450)
Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся (ауд 448, 450)
Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
4. Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных консультаций (ауд. 437)
Доска, мультимедийный проектор, экран
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (ауд. 445)
Стеллажи для хранения учебно-методической документации

Приложение 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Контроль технологических процессов на металлургических предприятиях с использованием искусственного интеллекта» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение и защиту практических работ, решение индивидуальных задач на семинарах и практиках.

Перечень практических работ	Вопросы к защите
Методы измерения и передачи параметров технологических процессов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что положено в основу прямых методов контроля технологических параметров металлургического процесса? 2. В каких случаях требуется применение косвенных методов контроля технологических параметров? 3. Что положено в основу косвенных методов контроля технологических параметров? 4. Какие методы искусственного интеллекта используются для косвенного контроля технологических параметров и какие функции контроля они реализуют?
Разработка системы мониторинга параметров технологических процессов с использованием АРМ оператора	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поясните структуру системы передачи информации в измерительной системе 2. Что понимают под понятием «косвенные измерения»? Перечислите возможные варианты использования косвенного измерения параметров. 3. Какие технические средства используются для цифрового представления информации с датчиков технологического процесса? Поясните принципы действия этих технических средств. 4. Какие технологии и в каких случаях используются для проведения косвенного контроля технологических процессов? Приведите примеры использования. 5. Перечислите типы программных средств для разработки систем мониторинга технологических процессов. 6. Приведите структуру связей между элементами

Перечень практических работ	Вопросы к защите
Решение задачи регрессии для технологических параметров с использованием методов машинного обучения	<p>информационной системы контроля.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Как сформировать набор данных для функционала линейной регрессии с несколькими переменными? 2. Как определяется форма функционала для задачи множественной регрессии. 3. Приведите программную реализацию нелинейной функции для логистической регрессии. 4. Запишите нормальное уравнение функции регрессии.
Регрессионный анализ технологических параметров с использованием ИНС	<ol style="list-style-type: none"> 1. Приведите структуру ИНС для решения задачи регрессии? Как классифицируются ИНС в зависимости от структуры? 2. Что такое функция активации искусственного нейрона? Какие функции активации используются при реализации ИНС? 3. Приведите методику обучения ИНС с использованием алгоритма обратного распространения ошибки.
Разработка и исследование системы экспертного прогнозирования хода технологических процессов (на примере процесса выплавки стали)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое база знаний о технологическом процессе? 2. В каких формах может быть записана база знаний для хранения информации о технологическом процессе? 3. Какие формы принимает база знаний при использовании методов искусственного интеллекта для её реализации? 4. Как используются методы ИИ для прогнозирования хода технологического процесса? 5. Какие возможности методов ИИ используются для оценки производственной ситуации? 6. Какая структура системы оценки производственной ситуации с использованием методов ИИ может быть использована для контроля металлургических процессов?

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-9: Способен руководить проектами по созданию систем искусственного интеллекта с применением новых методов и алгоритмов машинного обучения со стороны заказчика		
ПК-9.1: Руководит работой по применению искусственного интеллекта со стороны заказчика	Знает: возможности современных инструментальных средств и систем программирования для решения задач машинного обучения;	<ol style="list-style-type: none"> 1. На какие классы подразделяются инструментальные средства для непосредственного контроля параметров технологического процесса? 2. Какие формы передачи информации от инструментальных средств контроля используются в информационных системах контроля? 3. Что положено в основу методов машинного обучения? 4. Дайте краткую классификацию базовых методов машинного обучения? 5. Какие задачи решаются с использованием методов машинного обучения? 6. Перечислите методы, составляющие основу машинного обучения? 7. Какие специальные программные средства можно использовать для решения задач машинного обучения?
	Умеет: проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор инструментальных средств для решения задач машинного обучения;	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие необходимые инструментальные средства контроля параметров технологического процесса с использованием методов машинного обучения необходимы для построения информационной системы контроля? 2. Приведите структуру информационной системы контроля параметров с использованием средств машинного обучения? Дайте характеристику и назначение отдельных инструментальных и программных средств в этой системе? 3. Обоснуйте выбор инструментальных средств контроля параметров процесса выплавки стали для построения информационной системы ведения хода процесса и использованием методов машинного обучения.
	Имеет практический опыт: участия в проектах по изучению опыта использования искусственного интеллекта с применением новых методов и	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие достоинства систем контроля с использованием методов машинного обучения можно использовать для управления ходом технологических процессов в металлургии? 2. Перечислите области использования методов машинного обучения в

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	алгоритмов машинного обучения в металлургии	мониторинге и управлении ходом металлургических процессов 3. Для каких процессов металлургического производства можно повысить эффективность используя методы машинного обучения при управлении этим процессом? Приведите конкретные примеры и поясните, какие элементы контроля за процессом приведут к такому эффекту.
ПК-10: Способен руководить проектами со стороны заказчика по созданию, поддержке и использованию системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов		
ПК-10.1: Руководит работами по оценке и выбору моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленных задач со стороны заказчика	Знает: функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей, в том числе сетей-трансформеров и сетей с автоматически генерируемой архитектурой	<ol style="list-style-type: none"> 1. Запишите и продемонстрируйте работу алгоритма вычисления функции-гипотезы с использованием языка Python 2. В чем заключается принцип работы алгоритма градиентного спуска? Какой параметр алгоритма отвечает за устойчивость получаемого решения? 3. Какие библиотеки языка Python используются для реализации моделей машинного обучения (регрессия и классификация)? 4. Какие библиотеки языка Python используются для реализации ИНС? Запишите функции реализации персептрона.
	Умеет: проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения задач машинного обучения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое метод нормального уравнения? Какую задачу решают с использованием этого метода? Запишите нормальное уравнение и обозначьте элементы, входящее в него. 2. Какие типы ИНС используются для построения предиктивных моделей? Запишите общую математическую модель такой ИНС. 3. Какие функции на языке программирования Python позволяют реализовать персептрон и вычислить его выходной сигнал?
	Умеет: умеет применять современные инструментальные методы и средства обучения моделей искусственных нейронных сетей	<ol style="list-style-type: none"> 1. Как производится добавление параметров в регрессионное уравнение? Как изменится алгоритм градиентного спуска для нескольких параметров? 2. Как реализовываются вычисления функции-гипотезы с использованием операций линейной алгебры? Приведите пример вычисления значения функции-гипотезы. 3. Поясните принцип работы алгоритма обратного распространения ошибки при обучении ИНС.
ПК-10.2: Руководит	Знает: принципы построения систем искусственного интеллекта на основе	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что является основным элементом искусственной нейронной сети? Запишите математическое выражение для этого элемента

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
созданием систем искусственного интеллекта на основе моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств со стороны заказчика	искусственных нейронных сетей, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта;	<p>2.Что такое персептрон? Приведите структуру персептрона. Приведите основные типы персептронов, используемых в решении задач регрессии и классификации?</p> <p>3.Что такое глубокое машинное обучение? Сформулируйте и дайте определение задачи глубокого машинного обучения.</p>
	Умеет: руководить выполнением коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей;	<p>1. Перечислите последовательность действий по проектированию ИНС для задачи регрессии.</p> <p>2. Какие этапы входят в последовательность работ по обучению искусственной нейронной сети?</p> <p>3. Какой результат работы ИНС ожидается при решении задач регрессии и классификации?</p>
	Имеет практический опыт: участия в проектах по изучению опыта использования искусственного интеллекта с применением нейросетевых моделей и методов в металлургии; участия в проектах по изучению опыта использования искусственного интеллекта с применением нейросетевых моделей и методов в металлургии; по оценке и выбору моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленных задач	<p>1. Какие технологические задачи решаются с использованием ИНС?</p> <p>2. Что понимают под методами искусственного интеллекта? Приведите примеры возможного использования методов ИИ в металлургических процессах?</p> <p>3. В каком виде хранятся знания о ходе технологического процесса в системах, построенных на основе ИИ?</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Контроль технологических процессов на металлургических предприятиях с использованием искусственного интеллекта» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет с оценкой по данной дисциплине проводится в устной форме по результатам, полученным в ходе выполнения практических работ и процедуры защиты практической работе по каждой теме.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

- 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.