



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

26.01.2022 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

2022



## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 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 2024 - 2025 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 разработкой архитектуры комплексных систем 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; участия в проектах по изучению опыта использования искусственного интеллекта с применением новых методов и алгоритмов машинного обучения в металлургии; разработки архитектуры комплексных систем искусственного интеллект
ПК-10	Способен руководить проектами со стороны заказчика по созданию, поддержке и использованию системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов



1. Задачи контроля и прогнозирования параметров металлургических процессов								
1.1 Технические средства контроля параметров технологического процесса				6	4	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	3			6	4	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				12	12			
2. Методы искусственного интеллекта в обработке данных технологического								
2.1 Постановка и решение задачи регрессии с использованием машинного обучения	3			6	4	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	4	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				12	12			
3. Методы искусственного интеллекта в экспертных системах контроля технологического процесса								
3.1 Методы формирования базы знаний в экспертных системах	3			6	4	Поиск и проработка материала в дополнительных источниках.	Устный опрос по теме.	ПК-9.1, ПК-10.1, ПК-10.2.
3.2 Интеллектуальные системы прогнозирования хода технологического процесса на основе эмпирической базы знаний о ходе процесса				6	4	Поиск и проработка материала в дополнительных источниках. Подготовка к выполнению практической работы "Разработка и исследование системы экспертного прогнозирования хода технологического процесса выплавки стали".	Устный опрос по теме. Устный опрос по выполненной практической работе.	ПК-9.1, ПК-10.1, ПК-10.2.
Итого по разделу				12	12			
Итого за семестр				36	24		зао	
Итого по дисциплине				36	36		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: 13.06.2022).

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: 06.07.2022).

### **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: 06.07.2022). — 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	бессрочно
Виртуальный стенд системы автоматического управления технологическим параметром	свидетельство №2013612340	бессрочно
Scilab Computation Engine	свободно распространяемое ПО	бессрочно
LibreOffice	свободно	бессрочно
MAXIMA	свободно	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно

#### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология.	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>

#### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (ауд. 437)  
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

**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"> <li>1. Что положено в основу прямых методов контроля технологических параметров металлургического процесса?</li> <li>2. В каких случаях требуется применение косвенных методов контроля технологических параметров?</li> <li>3. Что положено в основу косвенных методов контроля технологических параметров?</li> <li>4. Какие методы искусственного интеллекта используются для косвенного контроля технологических параметров и какие функции контроля они реализуют?</li> </ol>
Разработка системы мониторинга параметров технологических процессов с использованием АРМ оператора	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поясните структуру системы передачи информации в измерительной системе</li> <li>2. Что понимают под понятием «косвенные измерения»? Перечислите возможные варианты использования косвенного измерения параметров.</li> <li>3. Какие технические средства используются для цифрового представления информации с датчиков технологического процесса? Поясните принципы действия этих технических средств.</li> <li>4. Какие технологии и в каких случаях используются для проведения косвенного контроля технологических процессов? Приведите примеры использования.</li> <li>5. Перечислите типы программных средств для разработки систем мониторинга технологических процессов.</li> <li>6. Приведите структуру связей между элементами информационной системы контроля.</li> </ol>
Решение задачи регрессии для технологических параметров с использованием методов машинного обучения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как сформировать набор данных для функционала линейной регрессии с несколькими переменными?</li> <li>2. Как определяется форма функционала для задачи множественной регрессии.</li> <li>3. Приведите программную реализацию нелинейной функции для логистической регрессии.</li> <li>4. Запишите нормальное уравнение функции регрессии.</li> <li>5.</li> <li>6.</li> </ol>
Регрессионный анализ технологических параметров с использованием ИНС	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приведите структуру ИНС для решения задачи регрессии? Как классифицируются ИНС в зависимости от структуры?</li> <li>2. Что такое функция активации искусственного нейрона? Какие функции активации используются при реализации ИНС?</li> <li>3. Приведите методику обучения ИНС с использованием алгоритма обратного распространения ошибки.</li> </ol>
Разработка и исследование системы экспертного прогнозирования	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое база знаний о технологическом процессе?</li> <li>2. В каких формах может быть записана база знаний для хранения информации о технологическом процессе?</li> </ol>

<b>Перечень практических работ</b>	<b>Вопросы к защите</b>
хода технологических процессов (на примере процесса выплавки стали)	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Какие формы принимает база знаний при использовании методов искусственного интеллекта для её реализации?</li> <li>4. Как используются методы ИИ для прогнозирования хода технологического процесса?</li> <li>5. Какие возможности методов ИИ используются для оценки производственной ситуации?</li> <li>6. Какая структура системы оценки производственной ситуации с использованием методов ИИ может быть использована для контроля металлургических процессов?</li> </ol>

**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
<p><b>ПК-9 Способен руководить проектами по созданию систем искусственного интеллекта с применением новых методов и алгоритмов машинного обучения со стороны заказчика</b></p>		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-9.1	<p>Руководит разработкой архитектуры комплексных систем искусственного интеллекта со стороны заказчика</p> <p>Знает: возможности современных инструментальных средств и систем программирования для решения задач машинного обучения;</p> <p>Умеет: проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор инструментальных средств для решения задач машинного обучения;</p> <p>Имеет практический опыт: участия в проектах по изучению опыта использования искусственного интеллекта с применением новых методов и алгоритмов машинного обучения в металлургии; участия в проектах по изучению опыта использования искусственного интеллекта с применением новых методов и алгоритмов машинного обучения в металлургии; разработки архитектуры комплексных систем искусственного интеллекта</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. На какие классы подразделяются инструментальные средства для непосредственного контроля параметров технологического процесса?</li> <li>2. Какие формы передачи информации от инструментальных средств контроля используются в информационных системах контроля?</li> <li>3. Что положено в основу методов машинного обучения?</li> <li>4. Дайте краткую классификацию базовых методов машинного обучения?</li> <li>5. Какие задачи решаются с использованием методов машинного обучения?</li> <li>6. Перечислите методы, составляющие основу машинного обучения?</li> <li>7. Какие специальные программные средства можно использовать для решения задач машинного обучения?</li> <li>8. Какие необходимые инструментальные средства контроля параметров технологического процесса с использованием методов машинного обучения необходимы для построения информационной системы контроля?</li> <li>9. Приведите структуру информационной системы контроля параметров с использованием средств машинного обучения? Дайте характеристику и назначение отдельных инструментальных и программных средств в этой системе?</li> <li>10. Обоснуйте выбор инструментальных средств контроля параметров процесса выплавки стали для построения информационной системы ведения хода процесса и использованием методов машинного обучения.</li> <li>11. Какие достоинства систем контроля с использованием методов машинного обучения можно использовать для управления ходом технологических процессов в металлургии?</li> <li>12. Перечислите области использования методов машинного обучения в мониторинге и управлении ходом металлургических процессов</li> <li>13. 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.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-10 Способен руководить проектами со стороны заказчика по созданию, поддержке и использованию системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов</b>		
ПК-10.1	<p>Руководит работами по оценке и выбору моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленных задач со стороны заказчика</p> <p>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</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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что является основным элементом искусственной нейронной сети? Запишите математическое выражение для этого элемента</li> <li>2. Что такое персептрон? Приведите структуру персептрона. Приведите основные типы персептронов, используемых в решении задач регрессии и классификации?</li> <li>3. Что такое глубокое машинное обучение? Сформулируйте и дайте определение задачи глубокого машинного обучения.</li> </ol>
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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислите последовательность действий по проектированию ИНС для задачи регрессии.</li> <li>2. Какие этапы входят в последовательность работ по обучению искусственной нейронной сети?</li> <li>3. Какой результат работы ИНС ожидается при решении задач регрессии и классификации?</li> <li>4. Какие технологические задачи решаются с использованием ИНС?</li> <li>5. Что понимают под методами искусственного интеллекта? Приведите примеры возможного использования методов ИИ в металлургических процессах?</li> <li>6. В каком виде хранятся знания о ходе технологического процесса в системах, построенных на основе ИИ?</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<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</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.