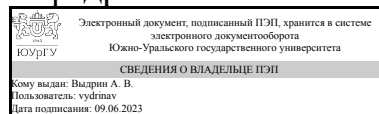


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



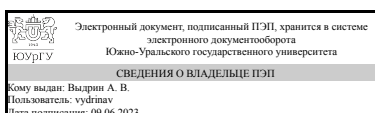
А. В. Выдрин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М0.05 Искусственный интеллект при контроле и прогнозировании  
технических параметров прокатной продукции  
для направления 22.04.02 Metallurgy  
уровень Магистратура  
магистерская программа Искусственный интеллект в металлургии  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Процессы и машины обработки металлов давлением**

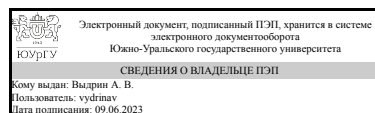
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.02 Metallurgy, утверждённым приказом Минобрнауки от 24.04.2018 № 308

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



А. В. Выдрин

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., заведующий  
кафедрой



А. В. Выдрин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины является изучение принципов построения прогнозных моделей, связывающих качество и уровень свойств готовой прокатной продукции с химическим составом сплавов и технологическими параметрами их обработки на этапе непрерывной разливки и прокатки. Задачами данного курса является: - изучение возможностей применения искусственного интеллекта для составления прогнозных моделей в прокатном производстве; - приобретение теоретических и практических знаний в части использования данных, полученных в процессе непрерывной разливки и прокатке, для прогнозирования уровня свойств и качества готовой прокатной продукции; - приобретение навыков проектирования и разработки систем прогнозирования и контроля качества и свойств прокатной продукции, а также совершенствования технологии разливки и прокатки с использованием искусственного интеллекта.

## Краткое содержание дисциплины

В дисциплине «Искусственный интеллект при контроле и прогнозировании технических параметров прокатной продукции» изучаются методы обработки производственных данных и управления качеством в металлургии; интеллектуальные алгоритмы для прогнозирования качества непрерывнолитой заготовки, прокатной продукции; методология разработки технологий разливки и прокатки новых видов продукции, базирующаяся на интеллектуальных алгоритмах обработки производственного опыта и статистических данных.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-9 Способен руководить проектами по созданию систем искусственного интеллекта с применением новых методов и алгоритмов машинного обучения 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	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 Умеет: проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения задач машинного обучения Имеет практический опыт: участия в проектах по

	изучению опыта использования искусственного интеллекта с применением нейросетевых моделей и методов в металлургии
--	---

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Производственная практика (преддипломная) (4 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72	
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75	
Подготовка к защите практических работ	30	30	
Подготовка к зачету	5,75	5,75	
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Методы обработки производственных данных для управления качеством в металлургии	8	4	4	0
2	Интеллектуальные алгоритмы как инструмент прогнозирования качества непрерывнолитой заготовки	8	4	4	0
3	Интеллектуальные алгоритмы как инструмент прогнозирования качества непрерывнолитой заготовки	8	4	4	0

4	Интеллектуальные алгоритмы как инструмент для разработки технологий разливки и прокатки новых видов продукции	8	4	4	0
---	---	---	---	---	---

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Анализ особенностей управления качеством продукции металлургического производства. Существующие подходы к контролю процессов	2
2	1	Выявление взаимосвязей между технологическими факторами и показателями качества продукции	2
3	2	Статистический контроль дефектов непрерывнолитой заготовки на основе методов машинного обучения и анализа данных	2
4	2	Прогнозное моделирование тепловых процессов при непрерывной разливке металлов	2
5	3	Применение нейронных сетей для автоматизации технологических процессов в прокатном производстве. Искусственный интеллект для оптимизации производства и повышения качества готовой продукции	2
6	3	Машинное зрение при распознавании дефектов поверхности прокатной продукции	2
7, 8	4	Применение нейросетевого моделирования, машинного обучения при освоении режимов разливки и прокатки новых марок сплавов и типоразмеров готовой продукции	4

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1,2	1	Применение машинного зрения при распознавании дефектов поверхности прокатной продукции	4
3, 4	2	Определение взаимосвязей между технологическими факторами и показателями качества продукции	4
5, 6	3	Нейросетевое моделирование при для оптимизации производства и повышения качества готовой продукции	4
7, 8	4	Нейросетевое моделирование при разработке режимов разливки и прокатки новых марок сплавов и типоразмеров готовой продукции	4

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к защите практических работ	<a href="https://edu.susu.ru/my/">https://edu.susu.ru/my/</a>	3	30
Подготовка к зачету	1.Вакуленко, С. А. Практический курс по нейронным сетям : учебное пособие / С.	3	5,75

	<p>А. Вакуленко, А. А. Жихарева. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2018. — 71 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/136500">https://e.lanbook.com/book/136500</a> (дата обращения: 30.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.</p> <p>2. Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / В. С. Ростовцев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-7462-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/160142">https://e.lanbook.com/book/160142</a> (дата обращения: 30.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.</p>		
--	--	--	--

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Практическая работа № 1. Применение машинного зрения при распознавании дефектов поверхности прокатной продукции	0,25	5	<p>Защита практической работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: приведены методики оценки технологических параметров – 1 балл; выводы логичны и обоснованы – 1 балл; оформление работы соответствует требованиям – 1 балл; правильный ответ на один вопрос – 1 балл. Максимальное количество баллов – 5.</p>	зачет

2	3	Текущий контроль	Практическая работа № 2. Определение взаимосвязей между технологическими факторами и показателями качества продукции	0,25	5	<p>Защита практической работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса).</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: приведены методики оценки технологических параметров – 1 балл; выводы логичны и обоснованы – 1 балл; оформление работы соответствует требованиям – 1 балл; правильный ответ на один вопрос – 1 балл. Максимальное количество баллов – 5.</p>	зачет
3	3	Текущий контроль	Практическая работа № 3. Нейросетевое моделирование для оптимизации производства и повышения качества готовой продукции	0,25	5	<p>Защита практической работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса).</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: приведены методики оценки технологических параметров – 1 балл; выводы логичны и обоснованы – 1 балл; оформление работы соответствует требованиям – 1 балл; правильный ответ на один вопрос – 1 балл. Максимальное количество баллов – 5.</p>	зачет
4	3	Текущий контроль	Практическая работа № 4. Нейросетевое моделирование при разработке режимов разлива и прокатки новых марок сплавов и типоразмеров готовой продукции	0,25	5	<p>Защита практической работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса).</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания</p>	зачет

					результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: приведены методики оценки технологических параметров – 1 балл; выводы логичны и обоснованы – 1 балл; оформление работы соответствует требованиям – 1 балл; правильный ответ на один вопрос – 1 балл. Максимальное количество баллов – 5.		
5	3	Промежуточная аттестация	Зачет	-	15	К зачету допускаются студенты выполнившие все практические работы. На зачете студент отвечает на 3 устных вопроса. За правильный исчерпывающий ответ на вопрос начисляется 5 баллов. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	К зачету допускаются студенты выполнившие все практические работы. На зачете студент отвечает на 3 устных вопроса. За правильный исчерпывающий ответ на вопрос начисляется 5 баллов. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятия больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятия менее 60 %	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-9	Знает: Возможности современных инструментальных средств и систем программирования для решения задач машинного обучения;	+		+		+
ПК-9	Умеет: Проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор инструментальных средств для решения задач машинного обучения;	+		+		+
ПК-9	Имеет практический опыт: участия в проектах по изучению опыта использования искусственного интеллекта с применением новых методов и алгоритмов машинного обучения в металлургии	+		+		+
ПК-10	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			+		++
ПК-10	Умеет: проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения задач машинного обучения			+		++
ПК-10	Имеет практический опыт: участия в проектах по изучению опыта			+		++

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### *а) основная литература:*

1. Агеев, Л. М. Теория процессов прокатки и волочения [Текст] метод. указания к лаб. работам Л. М. Агеев, А. В. Выдрин ; Челябин. гос. техн. ун-т, Каф. Обработка металлов давлением (прокатка) ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1995. - 34, [1] с. ил.
2. Амосов, П. Н. Основные технологические операции в прокатных цехах [Текст] Ч. 1 учеб. пособие П. Н. Амосов ; Челябин. политехн. ин-т им. Ленинского комсомола, Каф. Обработка металлов давлением (прокатка) ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧПИ, 1985. - 90 с.
3. Амосов, П. Н. Основные технологические операции прокатного производства [Текст] учеб. пособие П. Н. Амосов ; Челябин. политехн. ин-т им. Ленинского комсомола, Каф. Обработка металлов давлением (прокатка) ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧПИ, 1987. - 76 с. ил.
4. Агеев, Л. М. Определение динамических нагрузок в металлургических машинах Учеб. пособие для самостоят. работы и практ. занятий Л. М. Агеев; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Прокатка; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2004. - 43, [1] с.
5. Агеев, Л. М. Расчет на ЭВМ кинематических и энергосиловых параметров процесса продольной прокатки [Текст] метод. указания к практ. занятиям по курсу "Теория прокатки" Л. М. Агеев, А. В. Выдрин ; Челябин. гос. техн. ун-т, Каф. Обработка металлов давлением ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1995. - 25, [2] с. ил.
6. Выдрин, А. В. Механика сплошных сред [Текст] конспект лекций А. В. Выдрин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Обработка металлов давлением ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005. - 60, [1] с. ил.
7. Выдрин, А. В. Алгоритмы решения задач механики сплошных сред методом линий скольжения [Текст] учеб. пособие для самостоят. работы студентов А. В. Выдрин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Обработка металлов давлением ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2002. - 24 с. ил.
8. Дубинский, Ф. С. Планирование и обработка эксперимента в ОМД [Текст] конспект лекций Ф. С. Дубинский, А. В. Выдрин, П. А. Мальцев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Обработка металлов давлением ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 43, [2] с. ил.

#### *б) дополнительная литература:*

Не предусмотрена

#### *в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

Не предусмотрены

#### *г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*



1. Искусственный интеллект при контроле и прогнозировании технических параметров прокатной продукции

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Искусственный интеллект при контроле и прогнозировании технических параметров прокатной продукции

**Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	1. Столяров, А. М. Непрерывная разливка стали. Машины непрерывного литья заготовок : учебное пособие / А. М. Столяров, В. Н. Селиванов. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 192 с. — ISBN 978-5-9729-0490-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/148359">https://e.lanbook.com/book/148359</a> (дата обращения: 30.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Рудской, А. И. Теория и технология прокатного производства : учебное пособие / А. И. Рудской, В. А. Лунев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 528 с. — ISBN 978-5-8114-4958-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/129221">https://e.lanbook.com/book/129221</a> (дата обращения: 30.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Зобнин, А. Д. Технологические основы проектирования прокатных комплексов. Технология производства отдельных видов проката : учебное пособие / А. Д. Зобнин, Н. А. Чиченев. — Москва : МИСИС, 2013. — 154 с. — ISBN 978-5-87623-651-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/47420">https://e.lanbook.com/book/47420</a> (дата обращения: 30.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Вакуленко, С. А. Практический курс по нейронным сетям : учебное пособие / С. А. Вакуленко, А. А. Жихарева. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2018. — 71 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/136500">https://e.lanbook.com/book/136500</a> (дата обращения: 30.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / В. С. Ростовцев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-7462-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/160142">https://e.lanbook.com/book/160142</a> (дата обращения: 30.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Нейронные сети в Matlab : учебное пособие / перевод с английского А. А. Маслов. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 165 с. — ISBN 978-5-906920-72-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/121856">https://e.lanbook.com/book/121856</a> (дата обращения:

			30.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей
7	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Данилов, В. В. Проектирование искусственных нейронных сетей : методические указания / В. В. Данилов. — Донецк : ДонНУ, 2020. — 133 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/179954">https://e.lanbook.com/book/179954</a> (дата обращения: 30.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей
8	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Соробин, А. Б. Сверточные нейронные сети: примеры реализаций : учебно-методическое пособие / А. Б. Соробин. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 159 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/163853">https://e.lanbook.com/book/163853</a> (дата обращения: 30.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	337 (Л.к.)	Проектор, компьютер, доступ к сети Интернет
Практические занятия и семинары	339 (Л.к.)	Компьютерный класс, доступ к сети Интернет