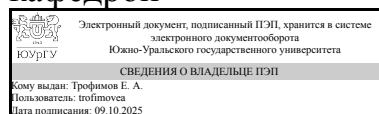


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



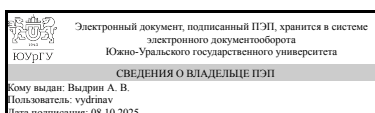
Е. А. Трофимов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М1.06 Прогнозная аналитика состояния металлургического оборудования на основе методов машинного обучения
для направления 22.04.02 Металлургия
уровень Магистратура
магистерская программа Проектирование и производство химических источников тока
форма обучения очная
кафедра-разработчик Процессы и машины обработки металлов давлением

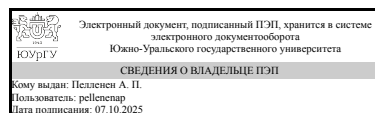
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.02 Металлургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 24.04.2018 № 308

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



А. В. Выдрин

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



А. П. Пелленен

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины является изучение принципов построения прогнозных моделей состояния металлургического оборудования на основе методов машинного обучения. Задачами данного курса являются : изучение возможности методов машинного обучения для оценки текущего технического состояния оборудования, приобретение теоретических и практических знаний в части использования данных, полученных с оборудования в процессе его работы, для оценки его состояния, приобретение навыков проектирования и разработки систем прогнозирования технического состояния металлургического оборудования на основе методов машинного обучения.

Краткое содержание дисциплины

В дисциплине рассматриваются вопросы оценки состояния сложных технических систем металлургических производств на основе нечеткой логики; оценки состояния электромеханических систем металлургических агрегатов на основе анализа параметров работы электропривода; прогнозирование состояния оборудования по тепловому состоянию узлов и агрегатов; прогнозирование негативных динамических эффектов; прогнозирование состояния оборудования по излучаемым акустическим шумам; Прогнозирование состояния оборудования с помощью алгоритмов машинного обучения.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Знает: как анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними Умеет: критически оценивать надежность источников информации, работать с противоречивой информацией из разных источников, определять пробелы в информации, необходимой для решения проблемы и проектировать процессы по их устранению Имеет практический опыт: разрабатывать и содержательно аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Философские проблемы науки и техники, Искусственный интеллект и машинное обучение, Сбор, анализ и формирование наборов данных для моделей машинного обучения в металлургии, Искусственные нейронные сети,	Производственная практика (преддипломная) (4 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа) (4 семестр)

Основы программирования на языке Python, Методология и методы научного исследования, Учебная практика (научно-исследовательская, получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (2 семестр), Учебная практика (научно-исследовательская, получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (1 семестр)	
--	--

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

Дисциплина	Требования
Философские проблемы науки и техники	Знает: как определять образовательные потребности и способы совершенствования собственной (в том числе профессиональной) деятельности на основе самооценки, ориентироваться в межкультурных коммуникациях на основе анализа смысловых связей современной поликультуры и полиязычия, как анализировать проблемную ситуацию как систему, выявлять ее составляющие и связи между ними Умеет: выбрать и реализовать с использованием инструментов непрерывного образования возможности развития профессиональных компетенций и социальных навыков, владения навыками толерантного поведения при выполнении профессиональных задач, критически оценивать надежность источников информации, работать с противоречивой информацией из разных источников, определять пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектировать процессы по их устранению Имеет практический опыт: выстраивать гибкую профессиональную траекторию с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности, динамично изменяющихся требований рынка труда и стратегии личного развития, разрабатывать и содержательно аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов; строить сценарии реализации стратегии, определять возможные риски и предлагать пути их устранения
Основы программирования на языке Python	Знает: как анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними Умеет: критически оценивать надежность источников информации, работать с противоречивой информацией из разных источников, определять пробелы в информации, необходимой для решения проблемы и проектировать процессы по их устранению

	Имеет практический опыт: разрабатывать и содержательно аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов
Методология и методы научного исследования	Знает: как определять образовательные потребности и способы совершенствования собственной (в том числе профессиональной) деятельности на основе самооценки, методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации, как разрабатывать все виды научно-технической, конструкторской, проектной и технологической документации, необходимой для функционирования производственных процессов в области металлургии и металлообработки Умеет: выбрать и реализовать с использованием инструментов непрерывного образования возможности развития профессиональных компетенций и социальных навыков, разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации, составлять и оформлять научно-технические отчеты, выполнять требования нормоконтроля по результатам производственной и исследовательской деятельности Имеет практический опыт: выстраивать гибкую профессиональную траекторию с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности, динамично изменяющихся требований рынка труда и стратегии личного развития, постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий, выполнять обзоры научно-технической информации различных категорий, подготавливать публикации и рецензии по тематике профессиональной деятельности в области металлургии и металлообработки .
Искусственный интеллект и машинное обучение	Знает: как анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними Умеет: критически оценивать надежность источников информации, работать с противоречивой информацией из разных источников, определять пробелы в информации, необходимой для решения проблемы и проектировать процессы по их устранению Имеет практический опыт: разрабатывать и содержательно аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов
Сбор, анализ и формирование наборов данных для моделей машинного обучения в металлургии	Знает: разрабатывать и содержательно аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов, как анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними Умеет: формулировать цель, задачи,

	обоснованную актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения, критически оценивать надежность источников информации, работать с противоречивой информацией из разных источников, определять пробелы в информации, необходимой для решения проблемы и проектировать процессы по их устранению Имеет практический опыт: разработки плана реализации проекта с учетом возможных рисков реализации и возможностей их устранения, планировать необходимые ресурсы, построения сценариев реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения
Искусственные нейронные сети	Знает: как анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними Умеет: критически оценивать надежность источников информации, работать с противоречивой информацией из разных источников, определять пробелы в информации, необходимой для решения проблемы и проектировать процессы по их устранению Имеет практический опыт: разрабатывать и содержательно аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов
Учебная практика (научно-исследовательская, получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (1 семестр)	Знает: как анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними, основы организации научно-исследовательской деятельности Умеет: критически оценивать надежность источников информации, работать с противоречивой информацией из разных источников, определять пробелы в информации, необходимой для решения проблемы и проектировать процессы по их устранению, планировать этапы научно-исследовательской деятельности Имеет практический опыт: построения сценариев реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения, реализации аналитического обзора литературных данных по теме научно-исследовательской деятельности
Учебная практика (научно-исследовательская, получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (2 семестр)	Знает: как анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними, основы организации научно-исследовательской деятельности Умеет: критически оценивать надежность источников информации, работать с противоречивой информацией из разных источников, определять пробелы в информации, необходимой для решения проблемы и проектировать процессы по их устранению, планировать этапы научно-исследовательской деятельности и подбирать соответствующие методы научно-

	исследовательской деятельности Имеет практический опыт: построения сценариев реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения, выполнения научно-исследовательской деятельности по разработанному плану
--	---

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
Рефераты по темам разделов	35,75	35.75
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	Оценка состояния сложных технических систем металлургических производств на основе нечеткой логики	8	4	4	0
2	Оценка состояния электромеханических систем металлургических агрегатов на основе анализа параметров работы электроприводов	4	2	2	0
3	Прогнозирование состояния оборудования по тепловому состоянию узлов и агрегатов	4	2	2	0
4	Прогнозирование возникновения негативных динамических эффектов	4	2	2	0
5	Прогнозирование оборудования по излучаемым акустическим шумам	4	2	2	0
6	Прогнозирование состояния оборудования с помощью алгоритмов машинного обучения	8	4	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во
----------	-----------	---	--------

			часов
1	1	Анализ подходов и классификация методов исследования и оценки надежности оборудования непрерывной разливки стали. Теоретические основы оценки состояния оборудования непрерывной разливки стали на основе нейро-нечеткого метода обработки информации. Алгоритмическое обеспечение системы оценки состояния оборудования непрерывной разливки стали. Примеры применения метода и алгоритмов оценки состояния оборудования непрерывной разливки стали.	2
2	1	Анализ подходов, классификация методов диагностики технического состояния и прогнозирование работоспособности прокатного оборудования.	2
3	2	Электромеханическая система прокатного стана. Нестационарности в работе электромеханических систем. Статистический анализ параметров работы электромеханических систем. Статистический анализ параметров работы электромеханических систем металлургических агрегатов. Оценка состояния металлургического оборудования по характеру изменения токовых нагрузок электропривода. Критерии нормальности распределения.	2
4	3	Тепловое состояние узлов и агрегатов прокатного стана. Контроль теплового состояния узлов трения. Прогнозирование ресурса узлов трения на основе контроля теплового состояния. Диагностика и прогнозирование неполадок в системах смазки и охлаждения прокатного стана.	2
5	4	Динамические процессы и их особенности. Вибрации в рабочих клетях прокатных станов. Прогнозирование резонансных вибраций на основе статистического анализа выборок значений межклетевых натяжений. Прогнозирование резонансных вибраций на основе статистического анализа выборок значений токовых сигналов главных электроприводов рабочих клеток.	2
6	5	Акустическая диагностика технического состояния машин и механизмов. Применение метода акустической эмиссии для диагностики состояния металлургического оборудования. Применение метода акустической эмиссии для контроля режимов смазки узлов трения машин и механизмов.	2
7,8	6	Проектирование и разработка программных решений, реализующих предложенные модели и методы проактивной поддержки принятия решений. Разработка архитектуры интеллектуальной системы управления техническим состоянием оборудования. Требования к интеллектуальной системе предсказательного и технического характера в современных условиях. Прогнозирование технического состояния металлургического оборудования с использованием методов машинного обучения. Анализ модулей для прогнозирования риска отказов компонентов сложных технических систем.	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Изучение устройства МНЛЗ, как объекта для оценки технического состояния методом машинного обучения.	2
2	1	Изучение устройства прокатного стана, как объекта для оценки технического состояния методом машинного обучения.	2
3	2	Статистический анализ параметров работы электромеханических систем прокатного стана.	2
4	3	Анализ теплового состояния узлов трения прокатного стана.	2
5	4	Анализ вибраций в рабочих клетях и главном приводе прокатного стана.	2
6	5	Анализ акустических сигналов прокатного стана	2

7,8	6	Примеры построения методов машинного обучения для оценки состояния оборудования МНЛЗ и прокатного стана.	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
Рефераты по темам разделов	Хайкин С. Нейронные сети: Полный курс/пер. с англ. - М.: ООО "И.Д.Вильямс", 2006.	3	35,75

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	Защита рефератов	0,24	24	Студент выполняет рефераты по темам разделов(всего 6 рефератов). Преподаватель задает студенту 2 вопроса по теме реферата. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Если студент правильно ответил на 2 вопроса, ему начисляется 4 балла, если студент ответил на 1 вопрос, ему начисляется 2 балл, студент не ответил на поставленные вопросы 0 баллов.	зачет
2	3	Промежуточная аттестация	Зачет	-	66	Студент устно отвечает на два вопроса преподавателя. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). За каждый правильный и полный ответ на вопросы студенту начисляется 33 балла. За неполный ответ на вопросы студенту начисляется 20-	зачет

						30 баллов. Студент не смог ответить на поставленные вопросы - 0 баллов.	
--	--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Студент за время обучения курсу набрал 65 баллов и более, что соответствует 65% и более - зачтено. Студент за время обучения курсу набрал менее 65 баллов, что соответствует менее 65% - не зачтено.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ	
		1	2
УК-1	Знает: как анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними	+	+
УК-1	Умеет: критически оценивать надежность источников информации, работать с противоречивой информацией из разных источников, определять пробелы в информации, необходимой для решения проблемы и проектировать процессы по их устранению	+	+
УК-1	Имеет практический опыт: разрабатывать и содержательно аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Машины и агрегаты металлургических заводов Т. 1 Машины и агрегаты доменных цехов Учебник для студ. вузов по спец."Мех. оборуд. з-дов чер. металлургии"и"Металлургия чер. металлов". - М.: Металлургия, 1976. - 415 с. ил.
2. Машины и агрегаты металлургических заводов Т. 2 Машины и агрегаты сталеплавильных цехов Учебник для вузов по спец."Мех. оборуд. з-дов чер. металлургии"и"Металлургия чер. металлов". - М.: Металлургия, 1978. - 328 с. ил.
3. Машины и агрегаты металлургических заводов Т. 3 Машины и агрегаты для производства и отделки проката Учебник для вузов по спец."Обраб. металлов давлением"и "Мех. оборуд. з-дов чер. металлургии". - М.: Металлургия, 1981. - 576 с. ил.
4. Вся высшая математика [Текст] Т. 5 Теория вероятностей. Математическая статистика. Теория игр учеб. для втузов : в 6 т. М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко и др. - Изд. 5-е. - М.: URSS : Издательство ЛКИ, 2011. - 293, [1] с.

б) дополнительная литература:

1. Диагностика и надежность автоматизированных систем [Текст] учеб. для вузов по направлению "Автоматизир. технологии и пр-во" Б. М. Бржозовский и др.; под ред. Б. М. Бржозовского. - 3-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2010. - 379 с. ил.
2. Бочкарев, С. В. Диагностика и надежность автоматизированных технологических систем [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению "Автоматизация технол. процессов и пр-в" С. В. Бочкарев, А. И. Цаплин, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2013. - 615 с. ил., табл.
3. Розенберг, Ю. А. Влияние смазочных масел на долговечность и надежность деталей машин [Текст] Ю. А. Розенберг. - М.: Машиностроение, 1970. - 312 с. ил.
4. Савчук, В. П. Байесовские методы статистического оценивания: Надежность техн. объектов. - М.: Наука, 1989. - 323 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:
Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Коваль Г.И. Главные линии прокатных станов. Учебное пособие. Челябинск: - ЮУрГУ, 2008. 53с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Коваль Г.И. Главные линии прокатных станов. Учебное пособие. Челябинск: - ЮУрГУ, 2008. 53с.

Электронная учебно-методическая документация

Нет

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
Практические занятия и семинары	333 (Л.к.)	ПК, проектор
Лекции	337 (Л.к.)	ПК, проектор