



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов
05.02.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***ФОРМИРОВАНИЕ ОБУЧАЮЩИХ НАБОРОВ ДАННЫХ В
МЕТАЛЛУРГИИ***

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 металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Литейных процессов и материаловедения
Курс	2
Семестр	3

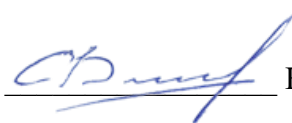
Магнитогорск
2026 год

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

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

22.01.2026, протокол № 4

Зав. кафедрой

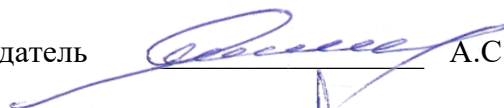


Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

05.02.2026 г. протокол № 5

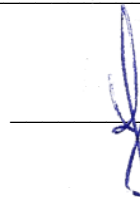
Председатель



А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры кафедры ЛПИМ, канд. техн. наук



А.В. Маркевич

Рецензент:

доцент ПЭиБЖД, канд. техн. наук



А.Ю. Перятинский

Лист актуализации рабочей программы

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

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

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

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

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Формирование обучающих наборов данных в металлургии входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Искусственный интеллект и машинное обучение

Основы программирования на языке Python

Искусственные нейронные сети

Разработка цифровых двойников металлургических процессов

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

Производственная практика, преддипломная практика

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Формирование обучающих наборов данных в металлургии» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-8	Способен адаптировать и применять методы и алгоритмы машинного обучения для решения прикладных задач в различных предметных областях
ПК-8.1	Ставит задачи по адаптации или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области Знает: классы методов и алгоритмов машинного обучения; классы методов и алгоритмов машинного обучения Умеет: ставить задачи и адаптировать методы и алгоритмы машинного обучения Имеет практический опыт: участия в проектах по изучению опыта адаптации и применимости методов и алгоритмов машинного обучения для решения прикладных задач в металлургии; постановки задач по адаптации или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 40,05 акад. часов;
- аудиторная – 38 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,05 акад. часов;
- самостоятельная работа – 31,95 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет, курсовая работа

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. Сбор, анализ, систематизация и хранения потока информации технологических параметров								
1.1 Агло-коксо-доменного производства	3	2		2	4	Изучение учебной литературы	Устный опрос	ПК-8.1
1.2 Конвертера и агрегатов доводки стали		2		2	4	Изучение учебной литературы	Устный опрос	ПК-8.1
1.3 Машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ)		2		3	4	Изучение учебной литературы	Устный опрос	ПК-8.1
1.4 Лаборатории химического анализа		2		2	4	Изучение учебной литературы	Устный опрос	ПК-8.1
1.5 Стана горячей прокатки		3		2	4	Изучение учебной литературы	Устный опрос	ПК-8.1
1.6 Стана холодной прокатки		3		2	4	Изучение учебной литературы	Устный опрос	ПК-8.1
1.7 Лаборатории механических и металлографических испытаний		3		2	4	Изучение учебной литературы	Устный опрос	ПК-8.1
1.8 Лаборатории неразрушающего контроля		2		4	3,95	Изучение учебной литературы	Устный опрос	ПК-8.1
Итого по разделу		19		19	31,95			
Итого за семестр		19		19	31,95		зачёт,кр	
Итого по дисциплине		19		19	31,95		зачет, курсовая работа	

5 Образовательные технологии

При проведении лекционных, практических и интерактивных занятий необходимо целенаправленно переходить от репродуктивных методов обучения к частично-поисковым и исследовательским методам, развивая логическое мышление, умение аргументировать и отстаивать собственное понимание вопроса. С этой целью возможно использование как традиционной, так и модульно-компетентностной образовательной технологии, активных и интерактивных методов обучения.

На занятиях целесообразно использовать технологию коллективного взаимообучения, совмещая ее с технологией модульного обучения. При этом необходимо повышать познавательную активность студентов, организуя самостоятельную работу как исследовательскую творческую деятельность.

Следует использовать комплекс инновационных методов активного обучения, включающий в себя:

- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем и без него;
- самостоятельную поисковую деятельность в решении проблем, направляемую преподавателем;
- самостоятельное решение проблем студентами под контролем преподавателя.

Реализация инновационных методов обучения возможна с использованием следующих приемов:

- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем;
- демонстрация разных подходов к решению конкретной проблемы;
- анализ полученных результатов и отыскание границ их применимости и др.

При проведении заключительного контроля необходимо выявить степень правильности, объема, глубины знаний, умений, навыков, полученных при изучении курса наряду с выявлением степени самостоятельности в применении полученных знаний.

К интерактивным методам, используемым при изучении дисциплины «Формирование обучающих наборов данных в металлургии», относятся: использование проблемных методов изложения материала с применением эвристических приемов (создание проблемных ситуаций и др.); а также создание электронных продуктов (презентаций).

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. Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / В. С. Ростовцев. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 216 с. — ISBN 978-5-507-50568-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/447392> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Сириченко, А. В. Искусственные нейронные сети. Практикум : учебное пособие / А. В. Сириченко. — Москва : МИСИС, 2022. — 26 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/305447> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Шматов, Г. П. Нейронные сети и генетический алгоритм : учебное пособие / Г. П. Шматов. — Тверь : ТвГТУ, 2019. — 200 с. — ISBN 978-5-7995-1007-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171312> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Мезенцев, С. Д. Философские проблемы техносферы : учебно-методическое пособие / С. Д. Мезенцев, М. А. Хасиева. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2020. — 34 с. — ISBN 978-5-7264-2336-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165202> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Баланов, А. Н. Искусственный интеллект. Понимание, применение и перспективы : учебник для вузов / А. Н. Баланов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 312 с. — ISBN 978-5-507-55902-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/512029> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

В приложении 3

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
LibreOffice	свободно распространяемое	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
MS Windows 10 Pro	К-79-21 от 22.11.2021	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий ООО «ИВИС»	https://eivis.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
 - инструментами для ремонта учебного оборудования;
 - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа с учебными материалами, разбор тем, изученных на лекциях и практических занятиях, разбор решенных заданий.

Обучающиеся изучают источники из списка основной и дополнительной литературы. Предполагается самостоятельное изучение ресурсов по предметной области курса в сети интернет.

Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям представлены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Выполнение заданий в рамках портфолио. Обучающиеся решают практические задачи, входящие в портфолио. Методические рекомендации по выполнению домашнего задания представлены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Выполнение и защита итогового задания. Обучающиеся выбирают темы итогового задания – самостоятельно (обязательно согласование с преподавателем) или из списка предложенных тем. Используют полученные знания для разведочного анализа данных, проводят выбор способа предобработки данных, выбор способа решения поставленной задачи, проводят оптимизацию гиперпараметров. Методические рекомендации по самостоятельному изучению теоретического материала представлены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Методические указания по подготовке к тестированию.

Успешное выполнение тестовых заданий является необходимым условием итоговой положительной оценки в соответствии с рейтинговой системой обучения. Выполнение тестовых заданий предоставляет студентам возможность самостоятельно контролировать уровень своих знаний, обнаруживать пробелы в знаниях и принимать меры по их ликвидации. Форма изложения тестовых заданий позволяет закрепить и восстановить в памяти пройденный материал. Предлагаемые тестовые задания охватывают узловые вопросы теоретических и практических основ по дисциплине. Для формирования заданий использована закрытая форма. У студента есть возможность выбора правильного ответа или нескольких правильных ответов из числа предложенных вариантов. Для выполнения тестовых заданий студенты должны изучить лекционный материал по теме, соответствующие разделы учебников, учебных пособий и других литературных источников. Контрольные тестовые задания выполняются студентами на практических занятиях. Репетиционные тестовые задания содержатся в рабочей учебной программе дисциплины. С ними целесообразно ознакомиться при подготовке к тестированию.

Тест: Формирование обучающихся наборов данных в металлургии

Инструкция: Выберите один правильный ответ из предложенных вариантов.

1. Какова первичная цель сбора и формирования обучающего набора данных в металлургии?

- А) Увеличение объема документооборота на производстве.
- Б) Создание математической или ML-модели, адекватно описывающей технологический процесс или свойства продукта .
- В) Замена квалифицированных технологов автоматикой.
- Г) Исключение ручного труда на производстве.

2. Какие два основных типа данных наиболее часто используются для обучения моделей в металлургии?

- А) Только аудиозаписи работы оборудования.
- Б) Текстовые регламенты и числовые параметры датчиков (временные ряды).
- В) Только изображения микроструктуры.
- Г) Числовые параметры (химический состав, режимы) и визуальные данные (изображения дефектов, поверхности) .

3. Что понимается под термином «аугментация данных» при подготовке обучающего набора для систем компьютерного зрения в металлургии?

- А) Удаление шума и смазывания с изображений.
- Б) Искусственное расширение набора данных путем модификации существующих изображений (повороты, масштабирование, изменение яркости) .
- В) Ручная разметка дефектов на изображениях экспертом.
- Г) Сжатие изображений для уменьшения размера датасета.

4. Для чего используется критерий согласия Пирсона (хи-квадрат) при обработке экспериментальных данных?

- А) Для вычисления среднего арифметического выборки.
- Б) Для проверки гипотезы о законе распределения случайной величины (например, о нормальности распределения) .
- В) Для построения калибровочной кривой.
- Г) Для определения химического состава сплава.

5. С чего, согласно опыту «Норникеля», начинается создание специализированной металлургической языковой модели (MetalGPT)?

- А) С покупки самого мощного сервера.
- Б) Со сбора и подготовки обширной базы текстовых документов (библиотеки компании, протоколы, патенты, НИР) .
- В) С написания кода нейросети.
- Г) С обучения модели на новостных статьях.

6. Что такое «выброс» (outlier) в экспериментальных данных и какова рекомендуемая первая реакция на него?

- А) Это нормальное значение, его всегда нужно оставлять.
- Б) Это значение, резко выделяющееся из общей совокупности; его необходимо выявить (например, с помощью box plot) и проверить, не является ли оно следствием ошибки измерения или сбоя .
- В) Это значение всегда удаляют без анализа.
- Г) Это среднее арифметическое выборки.

7. Какую задачу решали специалисты «Северстали» с помощью модели машинного обучения на непрерывно-травильном агрегате?

- А) Окраску проката.
- Б) Автоматическое управление скоростью агрегата для повышения производительности .
- В) Упаковку готовой продукции.
- Г) Расчет заработной платы операторам.

8. Для чего применяется регрессионный анализ в металлургии?

- А) Для поиска различий между двумя выборками.
- Б) Для описания зависимости между входными параметрами процесса (например, температура, состав) и выходными свойствами продукта (например, прочность) .
- В) Для классификации дефектов по типам.
- Г) Для расчета дивидендов компании.

9. В чем суть метода «один против всех» (one-vs-all) при классификации дефектов металлических поверхностей?

- А) Модель обучается отличать один конкретный класс дефектов от всех остальных классов, объединенных вместе .
- Б) Модель обучается только на одном изображении.
- В) Один оператор проверяет все дефекты.
- Г) Используется только один тип дефекта для обучения.

10. Какой публичный датасет упоминается в научных статьях для задачи классификации дефектов металлических поверхностей?

- А) ImageNet.
- Б) COCO.
- В) NEU (датасет дефектов стали из Северо-Восточного университета) .
- Г) MNIST.

11. Что такое «цифровой двойник» технологического агрегата и как он связан с обучением моделей?

- А) Это 3D-модель агрегата для красоты.
- Б) Это виртуальная копия агрегата, которая позволяет тестировать и обучать модели машинного обучения в безопасной среде без риска для реального производства .
- В) Это заводской талисман.
- Г) Это компьютерная игра для операторов.

12. Каковы основные источники данных для создания обучающих выборок в металлургии, согласно успешным практикам?

- А) Только открытые интернет-источники.
- Б) Архивы предприятий: технологические инструкции, регламенты, паспорта, протоколы испытаний, архивы АСУТП .
- В) Данные соцсетей.
- Г) Устные рассказы ветеранов производства.

13. Какой показатель используется для оценки качества модели классификации дефектов и рассчитывается на основе проверочной выборки?

- А) Температура плавления.
- Б) Производительность агрегата в тоннах.
- В) Доля правильных ответов (Accuracy), точность (Precision), полнота (Recall), F1-мера .
- Г) Электрическое сопротивление.

14. Почему так важна обработка аббревиатур (например, «НГ» — негорящий) при подготовке текстовых данных для металлургической модели?

- А) Чтобы сократить объем текста.
- Б) Потому что универсальные модели часто ошибаются в профессиональной терминологии, и модель нужно научить правильно понимать отраслевой жаргон и сокращения .
- В) Это нужно для красивой верстки документов.
- Г) Чтобы модель могла писать стихи.

15. Что такое «валидационная выборка» (validation set) в процессе создания модели?

- А) Данные, на которых модель обучается.
- Б) Данные, которые удаляются из датасета.
- В) Данные, которые используются для настройки гиперпараметров модели и промежуточной оценки ее качества в ходе обучения .
- Г) Данные для составления годового отчета.

16. Какая характеристика относится к описательным статистикам выборки?

- А) Сложность алгоритма.
- Б) Глубина нейросети.
- В) Выборочное среднее, дисперсия, медиана, мода .
- Г) Скорость интернета.

17. Зачем при подготовке данных для MetalGPT проводили «анонимизацию» текстов?

- А) Чтобы скрыть коммерческие названия, коды продуктов и внутреннюю терминологию, сделав модель более универсальной и пригодной для публичного использования .
- Б) Чтобы удалить все имена авторов.
- В) Чтобы текст было веселее читать.
- Г) По требованиям орфографии.

18. Что такое «доверительный интервал» в статистической обработке металлургических данных?

- А) Интервал, в который оператор верит без доказательств.
- Б) Интервал, в котором с заданной вероятностью (надежностью) находится истинное значение оцениваемого параметра (например, прочности сплава) .
- В) Время между плавками.
- Г) Расстояние между валками прокатного стана.

19. С какой целью в металлургии используются question-answer пары (вопросно-ответные наборы) при обучении моделей типа MetalGPT?

- А) Для составления технических словарей.
- Б) Чтобы научить модель не просто искать текст, а понимать суть вопроса и генерировать связный, правильный ответ, имитируя рассуждение эксперта .
- В) Для автоматического заполнения накладных.
- Г) Для переписки с клиентами.

20. Что, согласно данным, является ключевым преимуществом специализированной металлургической модели MetalGPT-1 перед универсальными моделями?

- А) Умение сочинять музыку.
- Б) Глубокое понимание металлургической терминологии, аббревиатур, технологических процессов и возможность работы на доступных вычислительных мощностях .
- В) Наличие голосового помощника.
- Г) Способность переводить с русского на английский.

7 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-8: Способен адаптировать и применять методы и алгоритмы машинного обучения для решения прикладных задач в различных предметных областях		
ПК-8.1	Ставит задачи по адаптации или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области	<p>Вопросы для зачета (устно или дистанционно):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные понятия машинного обучения. Основные постановки задач. Примеры прикладных задач. 2. Линейные методы классификации и регрессии: функционалы качества, методы настройки, особенности применения. 3. Метрики качества алгоритм регрессии и классификации. 4. Оценивание качества алгоритмов. Отложенная выборка, ее недостатки. Оценка полного скользящего контроля. Кросс-валидация. Leave-one-out. 5. Деревья решений. Методы построения деревьев. Их регуляризация. 6. Композиции алгоритмов. Разложение ошибки на смещение и разброс. 7. Случайный лес, его особенности. 8. Градиентный бустинг, его особенности при использовании деревьев в качестве базовых алгоритмов 9. Нейронные сети. Метод обратного распространения ошибок. Свёрточные сети. 10. Кластеризация. Алгоритм K-Means. <p>Перечень примерных практических заданий:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Кластеризация. По представленному набору данных студенты производят разбиение множества на группы 2. Кластеризация. По представленному набору данных

		<p>студенты производят разбиение множества на группы оптимизируя метрики</p> <p>3. Классификация. Студенты разрабатывают рекомендательную систему. В качестве набора данных используется набор «МНЛЗ»</p> <p>4. Классификация. Студенты разрабатывают рекомендательную систему. В качестве набора данных используется набор «МНЛЗ»</p> <p>5. Деревья решений. Студенты сравнивают эффективности деревьев решений на представленных наборах данных</p> <p>6. Деревья решений. Студенты сравнивают эффективности деревьев решений на представленных наборах данных</p> <p>7. Бустинг. Разработка системы согласования экспертных оценок по представленному набору данных.</p> <p>8. Бустинг. Разработка системы согласования экспертных оценок по представленному набору данных.</p>
--	--	--

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

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

Критерии оценки: правильность отчета - все верно 5 баллов, есть незначительные ошибки - 4 балла, есть грубые ошибки, но логика расчета верна – 3 балла, расчет сдан но не верен 2 балла; Оформление - все таблицы, рисунки и расчет выполнены в соответствии с ГОСТ 7.32-2017 - 5 баллов, за каждую ошибку снимается по 0,5 баллов. Сдача в срок: в семестре - 5 баллов, на сессии- 3 балла, работа сдана позже - 1 балл; Защита работы: защита работы – это объяснение процесса расчета, выполненного в домашних условиях. - ответил на 5 вопросов преподаватели - 5 баллов, за каждый неправильный ответ минус один балл.

Практические работы: при оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся. Менее 12 баллов, неудовлетворительно, 12-15 - удовлетворительно, 16-17 - хорошо, 18-20 – отлично.

Зачет: на зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Если сумма набранных баллов за мероприятия текущего контроля больше 60, то выставляется зачет. Если баллов недостаточно проводится письменный опрос. Студент получает случайный билет с двумя вопросами. Подготавливает письменный ответ по билету. Время подготовки 30 минут. В случае необходимости устное обсуждение ответов. При оценивании результатов мероприятия используется балльнорейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся. Правильный ответ на вопрос соответствует 20 баллам. Правильный ответ с небольшими ошибками соответствует 15 баллам. Правильный ответ с грубыми ошибками соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 Максимальное количество баллов – 40.

Промежуточная аттестация по дисциплине «**Формирование обучающихся наборов данных в металлургии**» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений.

Зачет по данной дисциплине может проводиться в устной форме либо в виде тестов, на усмотрение преподавателя.

Форма проведения устная либо в виде тестирования должна быть одинаковой для всех обучающихся в группе.

В случае спорной ситуации между обучающимся и преподавателем, принимающим промежуточную аттестацию, заведующий кафедрой может по заявлению обучающегося назначить комиссионную сдачу зачета или экзамена по тестированию, утвержденному заседанием кафедры.

Показатели и критерии оценивания зачета в виде теста:

При проведении аттестации преподаватели руководствуются следующими критериями оценивания знаний студента:

Оценка знаний студентов производится с учетом выполнения им требований программы курса.

Могут учитываться активная работа студента на занятиях, качество выполнения контрольной работы, индивидуальные особенности студентов оцениваются всесторонне, однако ведущим элементом является степень усвоения им учебной программы. Основным критерием оценки по освоению дисциплины является выполнение тестовых заданий.

– **«зачтено»** - выставляется студентам, умеющим раскрывать содержание предмета, показавшим результат при решении тестов более чем на 60% правильных ответов.

– **«незачтено»**- если он не усвоил хотя бы отдельных существенных вопросов учебной программы. Не выполнил тестовые задания.

По решению преподавателя, ведущего практические занятия, отдельные, наиболее активные, успевающие студенты могут быть освобождены от сдачи зачета с учетом оценок, полученных ими на занятиях в течение семестра, т.е. оценки за итоговый контроль знаний им будут выставлены автоматически.

Методические рекомендации по выполнению заданий

Введение в машинное обучение

1.1 Введение

Благодаря машинному обучению программист не обязан писать инструкции, учитывающие все возможные проблемы и содержащие все решения. Вместо этого в компьютер (или отдельную программу) закладывают алгоритм самостоятельного нахождения решений путём комплексного использования статистических данных, из которых выводятся закономерности и на основе которых делаются прогнозы.

Технология машинного обучения на основе анализа данных берёт начало в 1950 году, когда начали разрабатывать первые программы для игры в шашки. За прошедшие десятилетия общий принцип не изменился. Зато благодаря взрывному росту вычислительных мощностей компьютеров многократно усложнились закономерности и прогнозы, создаваемые ими, и расширился круг проблем и задач, решаемых с использованием машинного обучения.

Чтобы запустить процесс машинного обучения, для начала необходимо загрузить в компьютер Дата сет (некоторое количество исходных данных), на которых алгоритм будет учиться обрабатывать запросы. Например, могут быть фотографии собак и кошек, на которых уже есть метки, обозначающие к кому они относятся. После процесса обучения, программа уже сама сможет распознавать собак и кошек на новых изображениях без содержания меток. Процесс обучения продолжается и после выданных прогнозов, чем больше данных мы проанализировали программой, тем более точно она распознает нужные изображения.

Благодаря машинному обучению компьютеры учатся распознавать на фотографиях и рисунках не только лица, но и пейзажи, предметы, текст и цифры. Что касается текста, то и здесь не обойтись без машинного обучения: функция проверки грамматики сейчас присутствует в любом текстовом редакторе и даже в телефонах. Причем учитывается не только написание слов, но и контекст, оттенки смысла и другие тонкие лингвистические аспекты. Более того, уже существует программное обеспечение, способное без участия человека писать новостные статьи (на тему экономики и, к примеру, спорта).

1.2 Типы задач машинного обучения

Все задачи, решаемые с помощью ML, относятся к одной из следующих категорий.

1) Задача регрессии – прогноз на основе выборки объектов с различными признаками. На выходе должно получиться вещественное число (2, 35, 76.454 и др.), к примеру цена квартиры, стоимость ценной бумаги по прошествии полугода, ожидаемый доход магазина на следующий месяц, качество вина при слепом тестировании.

2) Задача классификации – получение категориального ответа на основе набора признаков. Имеет конечное количество ответов (как правило, в формате «да» или «нет»): есть ли на фотографии кот, является ли изображением человеческим лицом, болен ли пациент раком.

3) Задача кластеризации – распределение данных на группы: разделение всех клиентов мобильного оператора по уровню платёжеспособности, отнесение космических объектов к той или иной категории (планета, звезда, чёрная дыра и т. п.).

4) Задача уменьшения размерности – сведение большого числа признаков к меньшему (обычно 2–3) для удобства их последующей визуализации (например, сжатие данных).

5) Задача выявления аномалий – отделение аномалий от стандартных случаев. На первый взгляд она совпадает с задачей классификации, но есть одно существенное отличие: аномалии – явление редкое, и обучающих примеров, на которых можно натаскать машинно

обучающуюся модель на выявление таких объектов, либо исчезающе мало, либо просто нет, поэтому методы классификации здесь не работают. На практике такой задачей является, например, выявление мошеннических действий с банковскими картами.

1.3 Основные виды машинного обучения

Основная масса задач, решаемых при помощи методов машинного обучения, относится к двум разным видам: обучение с учителем (supervised learning) либо без него (unsupervised learning). Однако этим учителем вовсе не обязательно является сам программист, который стоит над компьютером и контролирует каждое действие в программе. «Учитель» в терминах машинного обучения – это само вмешательство человека в процесс обработки информации. В обоих видах обучения машине предоставляются исходные данные, которые ей предстоит проанализировать и найти закономерности. Различие лишь в том, что при обучении с учителем есть ряд гипотез, которые необходимо опровергнуть или подтвердить. Эту разницу легко понять на примерах.

Машинное обучение с учителем

Предположим, в нашем распоряжении оказались сведения о десяти тысячах московских квартир: площадь, этаж, район, наличие или отсутствие парковки у дома, расстояние от метро, цена квартиры и т. п. Нам необходимо создать модель, предсказывающую рыночную стоимость квартиры по её параметрам. Это идеальный пример машинного обучения с учителем: у нас есть исходные данные (количество квартир и их свойства, которые называются признаками) и готовый ответ по каждой из квартир – её стоимость. Программе предстоит решить задачу регрессии.

Ещё пример из практики: подтвердить или опровергнуть наличие рака у пациента, зная все его медицинские показатели. Выяснить, является ли входящее письмо спамом, проанализировав его текст. Это всё задачи на классификацию.

Машинное обучение без учителя

В случае обучения без учителя, когда готовых «правильных ответов» системе не предоставлено, всё обстоит ещё интереснее. Например, у нас есть информация о весе и росте какого-то количества людей, и эти данные нужно распределить по трём группам, для каждой из которых предстоит пошить рубашки подходящих размеров. Это задача кластеризации. В этом случае предстоит разделить все данные на 3 кластера (но, как правило, такого строгого и единственно возможного деления нет).

Если взять другую ситуацию, когда каждый из объектов в выборке обладает сотней различных признаков, то основной трудностью будет графическое отображение такой выборки. Поэтому количество признаков уменьшают до двух или трёх, и становится возможным визуализировать их на плоскости или в 3D. Это – задача уменьшения размерности.

1.4 Основные алгоритмы моделей машинного обучения

1.4.1. Дерево принятия решений

Это метод поддержки принятия решений, основанный на использовании древовидного графа: модели принятия решений, которая учитывает их потенциальные последствия (с расчётом вероятности наступления того или иного события), эффективность, ресурсозатратность.

Для бизнес-процессов это дерево складывается из минимального числа вопросов, предполагающих однозначный ответ — «да» или «нет». Последовательно дав ответы на все эти вопросы, мы приходим к правильному выбору. Методологические преимущества

дерева принятия решений – в том, что оно структурирует и систематизирует проблему, а итоговое решение принимается на основе логических выводов.

1.4.2. Наивная байесовская классификация

Наивные байесовские классификаторы относятся к семейству простых вероятностных классификаторов и берут начало из теоремы Байеса, которая применительно к данному случаю рассматривает функции как независимые (это называется строгим, или наивным, предположением). На практике используется в следующих областях машинного обучения:

- определение спама, приходящего на электронную почту;
- автоматическая привязка новостных статей к тематическим рубрикам;
- выявление эмоциональной окраски текста;
- распознавание лиц и других паттернов на изображениях.

1.4.3. Метод наименьших квадратов

Всем, кто хоть немного изучал статистику, знакомо понятие линейной регрессии. К вариантам её реализации относятся и наименьшие квадраты. Обычно с помощью линейной регрессии решают задачи по подгонке прямой, которая проходит через множество точек. Вот как это делается с помощью метода наименьших квадратов: провести прямую, измерить расстояние от неё до каждой из точек (точки и линию соединяют вертикальными отрезками), получившуюся сумму перенести наверх. В результате та кривая, в которой сумма расстояний будет наименьшей, и есть искомая (эта линия пройдёт через точки с нормальным распределённым отклонением от истинного значения).

Линейная функция обычно используется при подборе данных для машинного обучения, а метод наименьших квадратов – для сведения к минимуму погрешностей путем создания метрики ошибок.

1.4.4. Логистическая регрессия

Логистическая регрессия – это способ определения зависимости между переменными, одна из которых категориально зависима, а другие независимы. Для этого применяется логистическая функция (аккумулятивное логистическое распределение). Практическое значение логистической регрессии заключается в том, что она является мощным статистическим методом предсказания событий, который включает в себя одну или несколько независимых переменных. Это востребовано в следующих ситуациях:

- кредитный скоринг;
- замеры успешности проводимых рекламных кампаний;
- прогноз прибыли с определённого товара;
- оценка вероятности землетрясения в конкретную дату.

1.4.5. Метод опорных векторов (SVM)

Это целый набор алгоритмов, необходимых для решения задач на классификацию и регрессионный анализ. Исходя из того, что объект, находящийся в N -мерном пространстве, относится к одному из двух классов, метод опорных векторов строит гиперплоскость с мерностью $(N - 1)$, чтобы все объекты оказались в одной из двух групп. На бумаге это можно изобразить так: есть точки двух разных видов, и их можно линейно разделить. Кроме сепарации точек, данный метод генерирует гиперплоскость таким образом, чтобы она была максимально удалена от самой близкой точки каждой группы.

SVM и его модификации помогают решать такие сложные задачи машинного обучения, как сплайсинг ДНК, определение пола человека по фотографии, вывод рекламных баннеров на сайты.

1.4.6. Метод ансамблей

Он базируется на алгоритмах машинного обучения, генерирующих множество классификаторов и разделяющих все объекты из вновь поступающих данных на основе их усреднения или итогов голосования. Изначально метод ансамблей был частным случаем байесовского усреднения, но затем усложнился и оброс дополнительными алгоритмами:

• бустинг (boosting) – преобразует слабые модели в сильные посредством формирования ансамбля классификаторов (с математической точки зрения это является улучшающим пересечением);

- бэггинг (bagging) – собирает усложнённые классификаторы, при этом параллельно обучая базовые (улучшающее объединение);

- корректирование ошибок выходного кодирования.

Метод ансамблей – более мощный инструмент по сравнению с отдельно стоящими моделями прогнозирования, поскольку:

- он сводит к минимуму влияние случайностей, усредняя ошибки каждого базового классификатора;

- уменьшает дисперсию, поскольку несколько разных моделей, исходящих из разных гипотез, имеют больше шансов прийти к правильному результату, чем одна отдельно взятая;

- исключает выход за рамки множества: если агрегированная гипотеза оказывается вне множества базовых гипотез, то на этапе формирования комбинированной гипотезы оно расширяется при помощи того или иного способа, и гипотеза уже входит в него.

1.4.7. Алгоритмы кластеризации

Кластеризация заключается в распределении множества объектов по категориям так, чтобы в каждой категории – кластере – оказались наиболее схожие между собой элементы.

Кластеризовать объекты можно по разным алгоритмам. Чаще всего используют следующие:

- на основе центра тяжести треугольника;
- на базе подключения;
- сокращения размерности;
- плотности (основанные на пространственной кластеризации);
- вероятностные;
- машинное обучение, в том числе нейронные сети.

Алгоритмы кластеризации используются в биологии (исследование взаимодействия генов в геноме, насчитывающем до нескольких тысяч элементов), социологии (обработка результатов социологических исследований методом Уорда, на выходе дающим кластеры с минимальной дисперсией и примерно одинакового размера) и информационных технологиях.

1.4.8. Метод главных компонент (PCA)

Метод главных компонент, или PCA, представляет собой статистическую операцию по ортогональному преобразованию, которая имеет своей целью перевод наблюдений за переменными, которые могут быть как-то взаимосвязаны между собой, в набор главных компонент – значений, которые линейно не коррелированы.

Практические задачи, в которых применяется PCA, – визуализация и большинство процедур сжатия, упрощения, минимизации данных для того, чтобы облегчить процесс обучения. Однако метод главных компонент не годится для ситуаций, когда исходные данные слабо упорядочены (то есть все компоненты метода характеризуются высокой дисперсией). Так что его применимость определяется тем, насколько хорошо изучена и описана предметная область.

1.4.9. Сингулярное разложение

В линейной алгебре сингулярное разложение, или SVD, определяется как разложение прямоугольной матрицы, состоящей из комплексных или вещественных чисел. Так, матрицу M размерностью $[m \times n]$ можно разложить таким образом, что $M = U\Sigma V$, где U и V будут унитарными матрицами, а Σ – диагональной.

Одним из частных случаев сингулярного разложения является метод главных компонент. Самые первые технологии компьютерного зрения разрабатывались на основе SVD и PCA и работали следующим образом: вначале лица (или другие паттерны, которые предстояло найти) представляли в виде суммы базисных компонент, затем уменьшали их размерность, после чего производили их сопоставление с изображениями из выборки. Современные алгоритмы сингулярного разложения в машинном обучении, конечно, значительно сложнее и изощреннее, чем их предшественники, но суть их в целом не изменилась.

1.4.10. Анализ независимых компонент (ICA)

Это один из статистических методов, который выявляет скрытые факторы, оказывающие влияние на случайные величины, сигналы и пр. ICA формирует порождающую модель для баз многофакторных данных. Переменные в модели содержат некоторые скрытые переменные, причем нет никакой информации о правилах их смешивания. Эти скрытые переменные являются независимыми компонентами выборки и считаются негауссовскими сигналами.

В отличие от анализа главных компонент, который связан с данным методом, анализ независимых компонент более эффективен, особенно в тех случаях, когда классические подходы оказываются бессильны. Он обнаруживает скрытые причины явлений и благодаря этому нашёл широкое применение в самых различных областях – от астрономии и медицины до распознавания речи, автоматического тестирования и анализа динамики финансовых показателей.

1.5 Примеры применения в реальной жизни

Пример 1. Диагностика заболеваний

Пациенты в данном случае являются объектами, а признаками – все наблюдающиеся у них симптомы, анамнез, результаты анализов, уже предпринятые лечебные меры (фактически вся история болезни, формализованная и разбитая на отдельные критерии). Некоторые признаки – пол, наличие или отсутствие головной боли, кашля, сыпи и иные – рассматриваются как бинарные. Оценка тяжести состояния (крайне тяжёлое, средней тяжести и др.) является порядковым признаком, а многие другие – количественными: объём лекарственного препарата, уровень гемоглобина в крови, показатели артериального давления и пульса, возраст, вес. Собрав информацию о состоянии пациента, содержащую много таких признаков, можно загрузить её в компьютер и с помощью программы, способной к машинному обучению, решить следующие задачи:

- провести дифференциальную диагностику (определение вида заболевания);
- выбрать наиболее оптимальную стратегию лечения;
- спрогнозировать развитие болезни, её длительность и исход;
- просчитать риск возможных осложнений;
- выявить синдромы – наборы симптомов, сопутствующие данному заболеванию или нарушению.

Ни один врач не способен обработать весь массив информации по каждому пациенту мгновенно, обобщить большое количество других подобных историй болезни и сразу же выдать чёткий результат. Поэтому машинное обучение становится для врачей незаменимым помощником.

Пример 2. Поиск мест залегания полезных ископаемых

В роли признаков здесь выступают сведения, добытые при помощи геологической разведки: наличие на территории местности каких-либо пород (и это будет признаком бинарного типа), их физические и химические свойства (которые раскладываются на ряд количественных и качественных признаков).

Для обучающей выборки берутся 2 вида прецедентов: районы, где точно присутствуют месторождения полезных ископаемых, и районы с похожими характеристиками, где эти ископаемые не были обнаружены. Но добыча редких полезных ископаемых имеет свою специфику: во многих случаях количество признаков значительно превышает число объектов, и методы традиционной статистики плохо подходят для таких ситуаций. Поэтому при машинном обучении акцент делается на обнаружение закономерностей в уже собранном массиве данных. Для этого определяются небольшие и наиболее информативные совокупности признаков, которые максимально показательны для ответа на вопрос исследования – есть в указанной местности то или иное ископаемое или нет. Можно провести аналогию с медициной: у месторождений тоже можно выявить свои синдромы. Ценность применения машинного обучения в этой области заключается в том, что полученные результаты не только носят практический характер, но и представляют серьёзный научный интерес для геологов и геофизиков.

Пример 3. Оценка надёжности и платёжеспособности кандидатов на получение

кредитов

С этой задачей ежедневно сталкиваются все банки, занимающиеся выдачей кредитов. Необходимость в автоматизации этого процесса назрела давно, ещё в 1960–1970-е годы, когда в США и других странах начался бум кредитных карт.

Лица, запрашивающие у банка заём, – это объекты, а вот признаки будут отличаться в зависимости от того, физическое это лицо или юридическое. Признаковое описание частного лица, претендующего на кредит, формируется на основе данных анкеты, которую оно заполняет. Затем анкета дополняется некоторыми другими сведениями о потенциальном клиенте, которые банк получает по своим каналам. Часть из них относятся к бинарным признакам (пол, наличие телефонного номера), другие — к порядковым (образование, должность), большинство же являются количественными (величина займа, общая сумма задолженностей по другим банкам, возраст, количество членов семьи, доход, трудовой стаж) или номинальными (имя, название фирмы-работодателя, профессия, адрес).

Для машинного обучения составляется выборка, в которую входят кредитополучатели, чья кредитная история известна. Все заёмщики делятся на классы, в простейшем случае их 2 – «хорошие» заёмщики и «плохие», и положительное решение о выдаче кредита принимается только в пользу «хороших».

Более сложный алгоритм машинного обучения, называемый кредитным скорингом, предусматривает начисление каждому заёмщику условных баллов за каждый признак, и решение о предоставлении кредита будет зависеть от суммы набранных баллов. Во время машинного обучения системы кредитного скоринга вначале назначают некоторое количество баллов каждому признаку, а затем определяют условия выдачи займа (срок, процентную ставку и остальные параметры, которые отражаются в кредитном договоре). Но существует также и другой алгоритм обучения системы – на основе прецедентов.