

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Крюков Вадим Николаевич

Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике

Дата подписания: 25.06.2026 10:51:23

Уникальный программный ключ:

1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования

«Заполярье государственный университет им. Н. М. Федоровского»
ЗГУ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ¹
по дисциплине

«Информационные технологии и нейронные сети в металлургии»

Факультет: Горно-технологический (ГТФ)

Направление подготовки: 22.03.02 «Металлургия»

Направленность (профиль): Прогрессивные методы получения цветных металлов

Уровень образования: бакалавриат

Кафедра «Металлургии, машин и оборудования»

наименование кафедры

Разработчик ФОС:

Доцент, к.г.н., доцент

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

А.А. Черемисин

(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры ММиО, протокол № 11 от 10.06.2026

И.о. заведующего кафедрой к.т.н., доцент Е.В. Лаговская

¹ В данном документе представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

Фонд оценочных средств по дисциплине *Информационные технологии и нейронные сети в металлургии* разработан для текущей/ промежуточной аттестации разработан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия на основе Рабочей программы дисциплины *Информационные технологии и нейронные сети в металлургии*, Положения о формировании Фонда оценочных средств по дисциплине (ФОС), Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ЗГУ, Положения о государственной итоговой аттестации (ГИА) выпускников по образовательным программам высшего образования в ЗГУ им. Н.М. Федоровского.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код компетенции: ОПК-5 **Содержание:** Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств. **Индикатор достижения:** ОПК-5.1. Применяет современные информационные технологии, базы данных и прикладные программные средства для анализа металлургических процессов.

Код компетенции: ОПК-8 **Содержание:** Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности. **Индикатор достижения:** ОПК-8.1. Ориентируется в современных аппаратных и программных средствах, системах автоматизации (АСУТП) и методах машинного обучения для системного анализа металлургического производства.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен: **Знать:** основы математического и имитационного моделирования металлургических процессов; принципы работы нейронных сетей и методов машинного обучения; архитектуру промышленных контроллеров и АСУТП. **Уметь:** разрабатывать базы данных технологических процессов; применять метод Монте-Карло для оценки рисков и стохастических процессов (например, колебаний состава руды); настраивать нейросетевые модели для прогнозирования качества концентрата или расхода реагентов. **Владеть:** навыками системного анализа автоматизированных металлургических комплексов; методами обработки больших массивов данных (Big Data) с датчиков плавильных и обогащительных агрегатов.

2. Паспорт фонда оценочных средств

Раздел 1. Введение. Металлургическое производство как объект автоматизации и управления.

- Формируемая компетенция: ОПК-5, ОПК-8
- Оценочные средства: Конспект, тестовые задания.

Раздел 2. Методы автоматизированного сбора, передачи и обработки информации.

- Формируемая компетенция: ОПК-5, ОПК-8
- Оценочные средства: Тестовые задания.

Раздел 3. Технические средства, промышленные контроллеры, управляющие ЭВМ.

- Формируемая компетенция: ОПК-5, ОПК-8
- Оценочные средства: Собеседование, тестовые задания.

Раздел 4. Структура баз данных и проектирование пакетов прикладных программ.

- Формируемая компетенция: ОПК-5, ОПК-8
- Оценочные средства: Тестовые задания.

Раздел 5. Автоматизированные технологические комплексы и нейронные сети в металлургии.

- Формируемая компетенция: ОПК-5, ОПК-8

- Оценочные средства: Тестовые задания, ситуационные кейсы.
- Промежуточная аттестация (Зачет с оценкой).**

• Оценочные средства: Решение всех тестовых заданий по темам, защита кейсов.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания (Технологическая карта)

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой. **Пороговый (минимальный) уровень:** 75 % от максимально возможной суммы баллов.

Шкала оценивания (процент от максимальной суммы баллов):

- **0 – 64 %** – «неудовлетворительно».
- **65 – 74 %** – «удовлетворительно» (пороговый уровень).
- **75 – 84 %** – «хорошо» (средний уровень).
- **85 – 100 %** – «отлично» (высокий уровень).

4. Типовые контрольные задания (Тестовые задания)

Ниже приведен очищенный Вариант 1 (25 вопросов) с восстановленными математическими формулами, которые «потерялись» при сканировании исходного файла.

1. Что такое модель? А) Система, исследование которой служит средством для получения информации о другой системе. Б) Универсальный метод познания мира. В) Материальная или абстрактная система-аналог реальной системы. Г) Информация об объекте, восполняющая неполноту знаний о нем.

2. В качестве объекта моделирования может выступать... А) Объект, доступный только для наблюдения. Б) Непосредственно объект исследования. В) Объект, данные о котором отсутствуют. Г) Множество элементов или компонентов.

3. Что такое моделирование? А) Эффективное средство принятия решений. Б) Процесс отражения свойств одного объекта (оригинала) в другом объекте (модели). В) Исследование объектов познания на их моделях. Г) Способ изучения окружающего мира.

4. Какие методы являются численными? А) Использующие математическую формализацию задачи. Б) Позволяющие получить решение исходной задачи в аналитическом виде с некоторыми ее упрощениями. В) Позволяющие получить решение исходной задачи в аналитическом виде без ее упрощения. Г) Необходимые для описания математических задач.

5. Укажите основные характеристики численных методов: А) Устойчивость. Б) Степень точности. В) Линейность. Г) Сходимость метода.

6. Что такое сходимость метода? А) Близость полученного решения к истинному. Б) Теоретическая характеристика метода, констатирующая факт, что в пределе данный метод может дать точное решение. В) Схожесть модели и оригинала. Г) Стремление решения дискретной задачи к решению исходной задачи при стремлении к нулю параметра дискретизации.

7. Какие методы применяются при моделировании случайных процессов? А) Физическое моделирование. Б) Логическое моделирование. В) Стохастическое моделирование. Г) Метод Рунге-Кутты второго порядка.

8. «Один из видов имитационного моделирования, который представляет собой метод получения с помощью компьютера статистических данных о процессах, параметры которой изменяются случайным образом с заданным законом распределения» — это: А) Компьютерное моделирование. Б) Стохастическое моделирование. В) Эволюционное моделирование. Г) Цифровое моделирование.

9. Что такое метод Монте-Карло? А) Численное моделирование случайных величин на компьютере с помощью множества реализаций на основе вероятностных законов. Б) Численное моделирование случайных величин на основе физических законов. В) Численный метод решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Г) Детерминированная вычислительная задача заменяется эквивалентной схемой

стохастической системы.

10. В каких ситуациях применяется метод Монте-Карло? А) Не разработаны аналитические методы сформулированной математической задачи. Б) Необходимо замедление или ускорение явления в ходе эксперимента. В) Число испытаний N должно быть достаточно большим. Г) Аналитическое решение существует, но реализация невозможна вследствие недостаточной компетенции персонала.

11. Объектами математической теории вероятностей являются... А) Опыты и наблюдения со случайными исходами. Б) Относительная частота появления какого-либо случайного события. В) Процессы и явления, занимающие малое количество времени. Г) Опыты и наблюдения с предсказуемым исходом.

12. Относительная частота появления случайного события в последовательности повторяемых экспериментов приближается к некоторому числу при росте числа экспериментов — это принцип... А) Итераций. Б) Дихотомии. В) Статистической устойчивости. Г) Неопределенности.

13. Величина определенного физического смысла, значения которой подвержены неконтролируемому разбросу при повторениях процесса — это: А) Частота события. Б) Событие. В) Случайная величина. Г) Случайный эксперимент.

14. Всякий факт, который может наблюдаться в данных условиях, это: А) Вероятность. Б) Случайная величина. В) Достоверное событие. Г) Событие.

15. Отношение количества испытаний, в котором появлялось данное событие, к общему количеству испытаний — это: А) Случайная величина. Б) Частота события. В) Событие. Г) Вероятность.

16. Укажите формулу математического ожидания дискретной случайной величины: А) $M(X) = \sum (x_i * p_i)$ Б) $D(X) = M(X^2) - (M(X))^2$ В) $P(A) = m / n$ Г) $\sigma = \sqrt{D(X)}$

17. Возможности проявления события это: А) Вероятность. Б) Частота события. В) Возможность. Г) Событие.

18. Что такое среднееквадратичное отклонение? А) Шанс получения верного результата. Б) Разброс случайной величины относительно математического ожидания. В) Относительная величина разброса. Г) Разница между ожидаемым и полученным значением.

19. Укажите формулу коэффициента вариации (вариабельности): А) $V = (\sigma / M(X)) * 100\%$ Б) $V = D(X) / M(X)$ В) $V = \sigma^2 / n$ Г) $V = \sqrt{(\sum(x_i - M)^2 / n)}$

20. Если проводится N независимых испытаний, в каждом из которых событие осуществляется с вероятностью p , то относительная частота m/N при $N \rightarrow \infty$ стремится к p . Это: А) Теорема Чебышёва. Б) Теорема Бернулли. В) Предельные теоремы теории вероятности. Г) Центральная предельная теорема.

21. Укажите формулу Бернулли (биномиального распределения): А) $P_n(k) = C_n^k * p^k * q^{(n-k)}$ Б) $f(x) = (1 / (\sigma\sqrt{2\pi})) * e^{-(x-M)^2 / 2\sigma^2}$ В) $M(X) = n * p$ Г) $D(X) = n * p * q$

22. Если существует N независимых случайных величин, имеющих одинаковый закон распределения, то при $N \rightarrow \infty$ закон распределения их суммы неограниченно приближается к нормальному закону. Это: А) Центральная предельная теорема. Б) Теорема Бернулли. В) Теорема Чебышёва. Г) Предельные теоремы теории вероятности.

23. Если в N независимых испытаниях наблюдается ряд значений случайной величины, то при $N \rightarrow \infty$ среднее арифметическое значение стремится к ее математическому ожиданию. Это: А) Центральная предельная теорема. Б) Теорема Бернулли. В) Предельные теоремы теории вероятности. Г) Теорема Чебышёва.

24. Закономерность распределения значений в генеральной или выборочной совокупности называется: А) Частота события. Б) Распределение. В) Вероятность. Г) Достоверное событие.

25. Что показывает коэффициент вариабельности? А) Закономерность распределения значений в совокупности. Б) Разброс случайной величины относительно математического ожидания. В) Относительную величину разброса. Г) Возможности проявления события.

5. Задания повышенного уровня сложности (Аналитический и эвристический уровень)

Блок А. Задания на установление соответствия

Задание 1. Установите соответствие между IT-концепцией и ее применением в металлургии:

1. Имитационное моделирование (Digital Twin).
2. Метод Монте-Карло.
3. Искусственные нейронные сети (ИНС).
4. Промышленные ПЛК (Контроллеры).

А) Прогнозирование выхода годного по медно-никелевому концентрату на основе нелинейных зависимостей между расходом реагентов, плотностью пульпы и содержанием сульфидов. Б) Обработка случайных колебаний состава руды, поступающей из карьера, для оценки рисков срыва плана обогатительной фабрики. В) Прямое управление задвижками и частотными преобразователями насосов в реальном времени по жесткому алгоритму. Г) Создание виртуальной копии плавильной печи Ванюкова для отработки режимов продувки и предотвращения аварийных выбросов.

Блок Б. Задания на установление правильной последовательности

Задание 2. Установите правильную последовательность этапов внедрения нейросетевой системы управления флотацией:

1. Сбор и очистка исторических данных с датчиков АСУТП (расходы, уровни, анализы проб).
2. Обучение нейронной сети и валидация ее точности на тестовой выборке.
3. Формирование постановки задачи (определение входных и выходных параметров).
4. Интеграция обученной модели в контур АСУТП для выдачи рекомендаций оператору или автоматического управления.

Блок В. Ситуационные задачи (Кейсы для металлургов)

Кейс 1. Нейросетевое прогнозирование в гидрометаллургии На цинковом заводе процесс выщелачивания зависит от множества факторов: температура, концентрация серной кислоты, гранулометрический состав огарка, содержание железа. Традиционные линейные математические модели не могут точно предсказать конечную степень извлечения цинка из-за нелинейности химических реакций. Руководство ставит задачу внедрить систему на базе искусственной нейронной сети (ИНС). *Вопросы:*

1. Какие слои и какое количество нейронов целесообразно использовать в архитектуре ИНС для данной задачи? (Обоснуйте выбор количества нейронов во входном и выходном слоях).
2. В чем заключается процесс «обучения» нейросети в данном контексте и какие данные будут выступать в роли «учителя»?
3. Какие преимущества дает использование ИНС по сравнению с классическим регрессионным анализом?

Кейс 2. Системный анализ и отказоустойчивость АСУТП На обогатительной фабрике внедрена АСУТП на базе программируемых логических контроллеров (ПЛК) и SCADA-системы. В процессе эксплуатации произошел обрыв сигнального кабеля от датчика расхода пульпы в гидроциклон. Оператор в пультовой не сразу заметил аварию, что привело к переполнению и остановке насоса. *Вопросы:*

1. Какие методы системного анализа и какие алгоритмы обработки сигналов необходимо заложить в программу ПЛК, чтобы система автоматически распознавала нештатную остановку, а именно *обрыв датчика* (например, выход сигнала за пределы 4-20 мА)?
2. Как должна сработать система безопасности (блокировки) при получении сигнала об обрыве?
3. Каким образом имитационное моделирование могло помочь выявить эту

уязвимость еще на этапе проектирования системы?

6. Ключи и критерии оценивания

Ответы к тестовым заданиям (Вариант 1, 1-25): 1-А; 2-Б; 3-Б; 4-А; 5-А, Б, Г; 6-Г; 7-В; 8-Б; 9-А; 10-А; 11-А; 12-В; 13-В; 14-Г; 15-Б; 16-А; 17-А; 18-Б; 19-А; 20-Б; 21-А; 22-А; 23-Г; 24-Б; 25-В. *(Примечание: в вопросах 5, 7, 10, 21, 23, 25 возможны множественные ответы или ответы, зависящие от точной формулировки в учебнике, но приведенные ключи являются базовыми верными).*

Ответы к заданиям на соответствие и последовательность:

- **Задание 1:** 1-Г, 2-Б, 3-А, 4-В. (2 балла за полное соответствие).
- **Задание 2:** Правильная последовательность: 3, 1, 2, 4. (2 балла за безупречную последовательность).

Критерии оценивания Ситуационных задач (Кейсов): Максимум — 15 баллов за каждый кейс.

- **12-15 баллов (Отлично):** Студент демонстрирует глубокое понимание IT-архитектуры и металлургической специфики. В Кейсе 1 верно определяет входы (температура, расход, грансостав, рН) и выход (степень извлечения %), описывает механизм обратного распространения ошибки (backpropagation). В Кейсе 2 четко указывает на необходимость контроля токовой петли (сигнал < 3.8 мА = обрыв), предлагает алгоритм аварийной остановки насоса и перевода на ручное управление.

- **8-11 баллов (Хорошо):** Студент понимает суть проблемы, предлагает верные пути решения (использование нейросети, настройка блокировок), но допускает неточности в терминологии (путает ПЛК и ПК, не знает специфики аналоговых сигналов 4-20 мА).

- **5-7 баллов (Удовлетворительно):** Поверхностное понимание. Решения носят общий характер («нужно починить кабель», «нейросеть сама все посчитает») без привязки к инженерной задаче.

- **0-4 баллов (Неудовлетворительно):** Неверное понимание сути кейса, игнорирование вопросов промышленной безопасности и архитектуры АСУТП.