



8 класс · Урок 22 из 34 · 45 минут

Цифровой двойник промышленного объекта

4.4. Искусственный интеллект и промышленность

Результат: строит схему связи промышленного объекта с моделью, обновляет учебные данные и проверяет сценарий по независимому измерению.

Листы ученика

01. Проблемная ситуация

В презентации цеха есть красивая трёхмерная картинка станка. Разработчик называет её цифровым двойником, хотя последние данные загружали месяц назад. Достаточно ли похожего изображения, чтобы выбирать режим работы сегодня?

За 1 минуту прочитайте ситуацию; за 2 запишите решение и основание; за 2 сравните с соседом и назовите недостающую проверку. Числа и реплики условного ИИ подготовлены автором для обучения, это не результаты испытания действующего сервиса.

Место для ответа



02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут: 4 минуты - понятия; 3 - совместный разбор; 2 - проверка ограничений примера.

Цифровой двойник промышленного объекта - цифровое представление конкретного объекта и процессов, связанное с данными о его состоянии. Оно может объединять измерения, расчётные модели и историю для наблюдения и проверки сценариев. Внешнее сходство и 3D не обязательны: важны определённый объект, связь с данными и проверка полезности.

Функции: показывать состояние, хранить историю, моделировать изменение режима, сопоставлять прогноз с измерением. Ценность - испытать допустимый сценарий в модели перед применением и обнаружить несоответствие. Двойник не обязан сам управлять оборудованием, а его наличие не означает применение ИИ. ИИ может оценивать параметры или искать отклонения; известная формула сама по себе не нейросеть.

Учебная модель смесителя: ожидаемый индекс нагрева $I = 20 + 2 \times \text{скорость } v + \text{нагрузка } L$. v - условные единицы режима, L - индекс нагрузки, I - условный индекс, не температура и не реальный технический предел. Для задачи сценарий допустим при $I \leq 40$ и свежих данных не старше 10 минут. Предсказание модели сверяется с датчиком; отклонение больше 2 требует пересмотра.

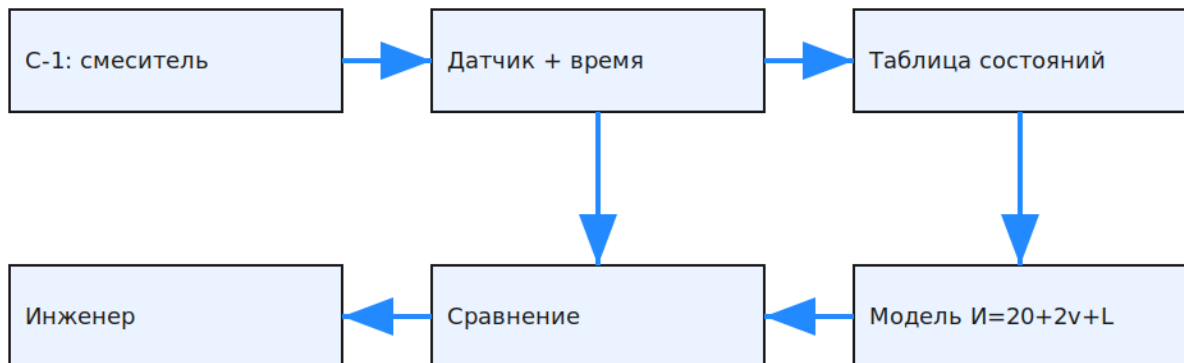
Факт - полученное измерение с временем; прогноз - расчёт I ; предположение - применимость формулы; сгенерированный совет - отдельный результат ИИ, который не заменяет ограничение. Ни одного режима настоящего станка на уроке не меняют.

Разобранный пример. Для объекта С-1 при $v=5$ и $L=8$ модель даёт $I=20+10+8=38$. Датчик в тот же момент сообщил 39: разница 1, в пределах учебного допуска 2. Это согласование одного случая, не доказательство всех режимов. При нагрузке 12 расчёт 42 уже нарушает предел.



03. Практика 1: Обновите схему двойника

Связь учебного объекта с моделью, измерением и решением



Режим не меняется автоматически. Это схема, не живой цифровой двойник.

Время	Объект и данные	Наблюдение
10:00	С-1: $v=5$, $L=8$	И датчика=39
10:06	С-1: $v=5$, $L=12$	И датчика=43
10:20	С-1: $v=5$, $L=12$	Новое измерение не поступило

Карточки для схемы: объект С-1; датчик и время; таблица состояний; модель $I=20+2v+L$; экран сравнения; инженер. Модель не отправляет команду автоматически. Допуск разницы 2, свежесть не более 10 минут, предел $I \leq 40$.



Продолжение практики 1: действия и рабочий ответ

- За 2 минуты нарисуйте связи карточек: что даёт данные, что рассчитывает, кто решает.
- За 4 минуты вычислите И и разницу с датчиком в 10:00 и 10:06.
- За 3 минуты обновите состояние и определите, что можно утверждать в 10:20.
- За 2 минуты назовите две функции, одну ценность и одно ограничение двойника.

Форма результата: Схема двойника и журнал двух проверок с отметкой о пропуске.

Критерии: По 1 баллу: связи; два расчёта; предел и свежесть; функции/ценность/ограничение. Всего 4.

Место для ответа



04. Практика 2: Испытайте сценарий в модели

Сценарий при $L=12$	Скорость v	Прогноз модели	Проверочный датчик
А	3	Вычислите	39
Б	4	Вычислите	45
В	5	Вычислите	43

Все новые измерения получены одновременно, свежие. Требуется $v \geq 3$, $I \leq 40$ по прогнозу и измерению, разница не больше 2. Датчик Б=45 не объявляйте ошибочным без проверки: возможно, модель не учитывает новый фактор.

- За 2 минуты посчитайте три прогноза.
- За 3 минуты проверьте ограничения и согласие модели с датчиком.
- За 2 минуты выберите допустимый учебный сценарий и предложите проверку Б.
- За 1 минуту сравните идеи в паре и объясните ценность предварительного моделирования.

Форма результата: Карточка сценария с прогнозом, измерением, решением и действием инженера.

Критерии: По 1 баллу: три прогноза; сравнение с измерениями; выбор; план расследования. Всего 4.

Место для ответа



05. Обсуждение: аргумент и возражение

Тезис: «Раз сценарий проверен на двойнике, реальное испытание не нужно». За 2 минуты назовите экономию предварительной проверки; за 3 возразите по Б; за 2 сформулируйте условие доверия.

Место для ответа

06. Индивидуальная проверка понимания

В учебной модели $I=20+2v+L$ новые $v=4$, $L=9$, датчик=38. Последнему измерению 16 минут. Найдите прогноз, разницу, статус свежести и действие перед решением.

За 3 минуты запишите ответ; за минуту сверьте ключ и исправьте другим цветом; за последнюю минуту сдайте запись. По 1 баллу за каждый из четырёх содержательных элементов.

Место для ответа



Для учителя: ответы и критерии

8 класс · Урок 22. Цифровой двойник промышленного объекта

Подготовьте: экран или распечатки, тетради, ручки и калькулятор; таблицы смен и режимов. Все таблицы, тексты и ключи находятся в статье и PDF. Ключи открывайте после самостоятельной попытки; ученические листы печатайте отдельно от раздела учителя.

Вариант без регистрации: работайте по готовым материалам и учебным журналам на экране или бумаге. Ученики не создают аккаунтов и не передают личных данных. Учебная имитация позволяет проверить рассуждение, но не заменяет настоящий эксперимент с сервисом.

Смеситель и все индексы вымышлены. Работайте только на бумаге; не используйте числа для настоящего оборудования.

Время	Этап	Результат
0-5	Проблемная ситуация	Первое решение и основания
5-14	Теория и разобранный пример	Понятия, доказательства и ограничения
14-25	Практика 1	Проверяемый результат по критериям
25-33	Практика 2	Перенос в новые условия
33-40	Обсуждение	Аргумент, возражение, общее решение
40-45	Индивидуальная проверка	Самостоятельный ответ и сверка

Что собрать: результаты двух практик, основания вывода и индивидуальную проверку. Минуты включают чтение, обсуждение и запись; раздел соответствия программе предназначен учителю вне этих 45 минут. При 0-1 балле в проверке вернитесь к разобранным примерам; при 2-3 уточните пропущенное звено; при 4 предложите новый случай. Критерии нужны для обратной связи, не задают обязательную школьную отметку.

01-02. Разбор проблемной ситуации и примера

Разобранный пример. Для объекта C-1 при $v=5$ и $L=8$ модель даёт $I=20+10+8=38$. Датчик в тот же момент сообщил 39: разница 1, в пределах учебного допуска 2. Это согласование одного случая, не доказательство всех режимов. При нагрузке 12 расчёт 42 уже нарушает предел.

03. Обновите схему двойника

Связь: C-1→датчик/время→таблица→модель→сравнение→инженер; измерения также идут прямо в сравнение. 10:00 прогноз 38, датчик 39, разница 1; 10:06 прогноз 42, датчик 43, разница 1, оба выше учебного предела. В 10:20 возраст последнего измерения 14 минут: текущий режим нельзя признать допустимым на устаревших данных. Функции - обновление состояния и моделирование; ценность - проверка сценария до изменения; ограничение - задержка или ошибка датчика/неполная модель. Это бумажная имитация связи, не живой промышленный двойник.

Критерии: По 1 баллу: связи; два расчёта; предел и свежесть; функции/ценность/ограничение. Всего 4.



04. Испытайте сценарий в модели

А: 38, измерение 39, разница 1, все условия выполняются. Б: 40, измерение 45, разница 5; модель одна разрешила бы режим, но независимые данные запрещают и требуют расследования. В: 42 и 43, предел нарушен. Выбран А только в учебной задаче. Проверить калибровку, время, нагрузку и дополнительные факторы; после уточнения повторно испытать модель. Если измерение неизвестно, назвать сценарий только кандидатом, не принятым решением.

Критерии: По 1 баллу: три прогноза; сравнение с измерениями; выбор; план расследования. Всего 4.

05. Обсуждение: ожидаемый результат

Тезис: «Раз сценарий проверен на двойнике, реальное испытание не нужно». За 2 минуты назовите экономию предварительной проверки; за 3 возразите по Б; за 2 сформулируйте условие доверия.

Двойник позволяет отсеять часть вариантов без изменения объекта. Но Б показал разницу 5: неполная модель может ошибаться. Нужны свежие данные, независимые измерения, допуски и ответственное испытание; красивый экран не доказательство.

Критерии: аргумент по материалу; содержательное возражение; условие итогового решения; роль человека. По 1 баллу, всего 4.

06. Индивидуальная проверка: ключ

Прогноз 37, разница с последней записью 1, но запись старше 10 минут. Получить свежие данные и повторить сравнение; нельзя назвать текущий режим проверенным. По 1 баллу за каждый элемент.



07. Связь с программой

Пункт программы	Действие	Проверяемый результат
Объяснять смысл и содержание понятия «цифровой двойник промышленного объекта».	Связывает объект и модель с данными	Не подменяет двойник 3D-картинкой
Перечислять функции цифрового двойника.	Обновляет журнал и сравнивает сценарии	Называет наблюдение и моделирование
Определять ценности цифрового двойника.	Отбирает режим до изменения	Указывает пользу и предел доверия
Разрабатывать (в паре) идеи об использовании искусственного интеллекта в промышленности.	Предлагает проверку отклонения	Различает формулу и возможный ИИ-анализ

Источники и права

Основа содержания и результатов - [исходная программа класса](#). Поурочное название и учебные случаи - авторская методическая развёртка, не дословные названия модулей программы. Числовые наборы, реплики условных помощников и ситуации специально подготовлены для урока. Учебные журналы не являются результатами испытания реального ИИ.

Логотип «Школы России» используется в материалах портала; авторские схемы предназначены для учебной работы. Внешние материалы сохраняют указанные условия использования.