Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова
Российской академии наук
(ИМАШ РАН)

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по вопросам
подготовки кадров высшей
квалификации ИМАШ РАН
_____ к.ф-м.н. Жданов Э.Р.
«01» сентября 2026 года
м.п.

Комплект оценочных материалов по дисциплине «Современные подходы к созданию киберфизических систем»

Направление подготовки:	09.04.03 Прикладная информатика
Профиль подготовки:	Цифровые двойники и автоматизированные системы управления технологическими процессами
Квалификация:	Магистр
Форма обучения	Очная

Москва

Содержание

1. Общие положения....3
2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке....3
3. Контроль и оценка освоения учебной дисциплины....4
4. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости....5
5. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации....7

1. Общие положения

Комплект оценочных материалов (далее - ОМ) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу дисциплины «Современные подходы к созданию киберфизических систем».

ОМ включают контрольные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в форме экзамена.

ОМ разработаны на основании:

- основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика;
- рабочей программы дисциплины «Современные подходы к созданию киберфизических систем».

2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями

ПК-1	**Способен руководить процессами разработки и реализации проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами**
ПК-1.1	Разрабатывает концепции и техническое задание на проектирование автоматизированной системы управления технологическими процессами
ПК-2	**Способен управлять цифровой трансформацией документированных сфер деятельности организации**
ПК-2.1	Развивает цифровую трансформацию документированных сфер деятельности организации
ПК-2.2	Осуществляет разработку и внедрение стратегии цифровой трансформации документированных сфер деятельности организации

Код индикатора компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1.1	*Знать:* - современные парадигмы проектирования АСУ, основанные на принципах киберфизических систем (КФС). - архитектуру технологического стека КФС (датчики, IoT-шлюзы, туманные/граничные вычисления, облачные платформы) и критерии выбора его компонентов. - принципы создания и интеграции цифровых двойников в контур управления технологическими процессами. - методологию анализа объекта автоматизации с целью выявления задач для интеллектуализации и автономии. *Уметь:* - проводить декомпозицию технологического процесса для выявления точек сбора данных и принятия решений в рамках КФС. - формулировать требования к аппаратному и программному обеспечению, включая протоколы передачи данных (MQTT, OPC UA), требования к вычислительным мощностям (Edge/Fog/Cloud) и средствам кибербезопасности. - разрабатывать концепцию проекта, описывающую архитектуру КФС, потоки данных и механизмы обратной связи между физическим объектом и его цифровой моделью. *Иметь практический опыт:* - разработки фрагмента технического задания на проектирование КФС для заданного технологического процесса. - проектирования архитектуры КФС с использованием нотации MBSE (Model-Based Systems Engineering) или аналогичных подходов.
ПК-2.1	*Знать:*

	- роль киберфизических систем как технологической основы цифровой трансформации в промышленности. - отличия цифровой трансформации от простой автоматизации (переход от мониторинга к предиктивной аналитике и автономному принятию решений). - методы оценки потенциала цифровизации бизнес-процессов с помощью внедрения КФС (анализ ROI, TCO). *Уметь:* - анализировать существующие бизнес-процессы и "узкие места" с целью выявления возможностей для их развития через внедрение технологий КФС. - аргументированно обосновывать необходимость перехода к КФС, демонстрируя преимущества (повышение эффективности, снижение издержек, повышение надежности). - выявлять и оценивать риски, связанные с внедрением новых технологий (технологические, организационные, кадровые). *Иметь практический опыт:* - выполнения анализа кейса по цифровой трансформации предприятия и подготовки отчета с предложениями по внедрению элементов КФС.
ПК-2.2	*Знать:* - жизненный цикл киберфизической системы: от проектирования и внедрения до эксплуатации, модернизации и вывода из эксплуатации. - международные стандарты и фреймворки в области КФС и Индустрии 4.0 (стандарты ISO, IEEE, концепции RAMI 4.0). - принципы управления портфелем цифровых проектов и методы поэтапного внедрения сложных технологических решений. *Уметь:* - разрабатывать дорожную карту (Roadmap) цифровой трансформации, определяя этапы, необходимые ресурсы и ожидаемые результаты. - планировать интеграцию разрабатываемой КФС в существующую ИТ-инфраструктуру предприятия с учетом вопросов совместимости и безопасности. - оценивать зрелость организации для внедрения технологий Индустрии 4.0 и определять первоочередные шаги для перехода к модели цифрового предприятия. *Иметь практический опыт:* - разработки стратегического документа (дорожной карты) по цифровой трансформации условного подразделения или бизнес-процесса на базе технологий киберфизических систем.

3. Контроль и оценка освоения учебной дисциплины

Элемент учебной дисциплины	Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
	Форма контроля	Проверяемые идк	Форма контроля	Проверяемые идк
Тема 1. Введение в киберфизические системы (КФС)	Отчет по практикуму по решению задач	ПК-1.1 ПК-2.1		
Тема 2. Технологический стек КФС	Отчет по лабораторному практикуму	ПК-1.1		
Тема 3. Цифровые двойники как ядро КФС	Отчет по лабораторному практикуму Эссе	ПК-1.1		
Тема 4. Интеллектуализация и автономия в КФС	Отчет по лабораторному практикуму	ПК-1.1 ПК-2.1		
Тема 5. Безопасность и надежность	Отчет по практикуму по	ПК-1.1 ПК-2.2		

киберфизических систем	решению задач			
Тема 6. Проектирование и жизненный цикл КФС	Отчет по практикуму по решению задач	ПК-1.1 ПК-2.2		
			Экзамен	ПК-1.1 ПК-2.1 ПК-2.2

4. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости

Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Лабораторный практикум
15-12 – работа выполнена в срок, самостоятельно, правильно поняты и использованы соответствующие формулы, правильно определены соответствующие спецификации, использована требуемая информация, правильно выполнены требуемые расчеты, правильно выбраны совместимые комплектующие, сделаны необходимые выводы, хорошо аргументированы, даны исчерпывающие ответы на все поставленные вопросы; **11-8** – работа выполнена в срок, самостоятельно, правильно поняты и использованы соответствующие формулы, правильно определены соответствующие спецификации, использована требуемая информация, правильно выполнены требуемые расчеты, правильно выбраны совместимые комплектующие, необходимые выводы сделаны частично, хорошо аргументированы, даны ответы на все поставленные вопросы; **7-4**– работа выполнена в срок, в основном самостоятельно, использованы соответствующие формулы; определены соответствующие спецификации, имеются ошибки в расчетах; выбраны совместимые комплектующие необходимые, выводы сделаны частично, слабо аргументированы, даны ответы не на все вопросы; **3-1** – обучающийся подготовил работу несамостоятельно или не завершил в срок, описание спецификации содержит незначительные ошибки, выводы и ответы на вопросы отсутствуют.
Практикум по решению задач
15-11 – работа и отчет выполнены в срок, самостоятельно, правильно определены соответствующие спецификации, использована требуемая информация, правильно выполнены требуемые расчеты, сделаны необходимые выводы, хорошо аргументированы, даны исчерпывающие ответы на все поставленные вопросы; **10-6**– работа и отчет выполнены в срок, самостоятельно, правильно определены соответствующие спецификации, использована требуемая информация, правильно выполнены требуемые расчеты, необходимые выводы сделаны частично, хорошо аргументированы, даны ответы на все поставленные вопросы; **5-1** – работа и отчет выполнены в срок, в основном самостоятельно, выводы сделаны частично, слабо аргументированы, даны ответы не на все вопросы; **0** – обучающийся подготовил работу и отчет несамостоятельно и/или не завершил в срок, описание содержит ошибки, выводы и ответы на вопросы отсутствуют.
Эссе
10-9– при анализе проблематики показано свое мнение на этот счет, проведенный анализ дает однозначный ответ на поставленный вопрос, присутствует теоретическое обоснование взглядов автора, сути проблемы и т.д, имеется убедительная аргументация своих взглядов, активно и к месту используются термины, сформулированы итоговые выводы, подтверждающие или опровергающие изначально выдвинутую гипотезу, присутствует логика изложения информации, все тезисы подкрепляются нужным количеством аргументов, соблюден стиль изложения.; **8-6** – присутствует свое мнение, при описании сути используются специальные понятия и термины, приводится в качестве довода свой или чужой опыт, наблюдаемые явления. В малой степени имеется объяснение фактов из личной жизни с научной точки зрения; **5-3** – имеется своя точка зрения, используются при подаче информации специальные термины, приводятся доводы из личной или социальной жизни без их научного объяснения.

2-1 - имеется своя точка зрения, проблема проанализирована слабо, аргументация практически отсутствует, специальная терминология не используется.

Порядок начисления баллов

Если студент набрал достаточное количество баллов ТКУ по дисциплине (более 70 баллов) в течение семестра, он может отказаться от сдачи экзамена, и результат будет выставлен автоматически по его согласию.

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для процедуры оценивания знаний, умений, навыков и(или) опыта деятельности

Типовые задания для лабораторных практикумов
(Работа с ПО, симуляторами, оборудованием)

Тема 2. Технологический стек КФС

Цель: получить практические навыки работы с базовыми инструментами IoT и передачи данных.

Задание: «Построение простейшей IoT-цепочки».

Аппаратная часть: подключить датчик (например, температуры или освещенности) к микроконтроллеру (Arduino/ESP32).

Программная часть: написать скетч, который считывает данные с датчика.

Сетевая часть: настроить микроконтроллер на отправку данных по протоколу MQTT на публичный брокер (broker.hivemq.com).

Визуализация: с помощью программы-клиента (например, MQTT Explorer) или простого скрипта на Python принять эти данные и вывести их в консоль или построить график в реальном времени.

Тема 3. Цифровые двойники как ядро КФС

Цель: научиться интегрировать данные из реального мира с цифровой моделью.

Задание: «Интеграция физического датчика с цифровым двойником».

Создание модели: создать простую математическую модель объекта в среде Jupyter Notebook (Python). Например, модель бака, где уровень воды зависит от притока и оттока.

Связь: модифицировать код из Лабораторной работы №2 так, чтобы данные с реального датчика температуры поступали в модель в качестве одного из параметров (например, меняя коэффициент испарения).

Результат: запустить симуляцию модели и наблюдать, как изменение показаний реального датчика влияет на поведение цифрового двойника. Визуализировать оба процесса (реальный график и график модели).

Тема 4. Интеллектуализация и автономия в КФС

Цель: получить опыт применения готовых моделей машинного обучения для принятия решений.

Задание: «Предиктивное обслуживание на основе данных».

Данные: использовать готовый набор данных (датасет) о работе оборудования, где известны случаи поломок (например, датасет NASA о деградации подшипников).

Анализ: В среде Jupyter Notebook (Python, библиотеки Pandas, Scikit-learn) обучить простую модель (например, логистическую регрессию или дерево решений), которая предсказывает вероятность поломки на основе показаний датчиков (вибрация, температура).

Вывод: написать скрипт, который принимает на вход «новые» данные от датчика и выдает вердикт модели: «Норма» или «Риск поломки».

Типовые задания практикумов по решению задач

(Кейсы, проектирование, анализ)

Тема 1. Введение в киберфизические системы (КФС

Цель: научиться идентифицировать КФС и проводить их декомпозицию.

Задание:

Часть А: Приведите 3 примера киберфизических систем из повседневной жизни (не из промышленности). Обоснуйте, почему это КФС, а не просто «гаджет».

Часть Б: Возьмите один из примеров. Опишите его архитектуру по уровням: восприятие (датчики), передача данных, вычисления (облако/туман), управление (актуаторы).

Тема 5. Безопасность и надежность киберфизических систем

Цель: развить умение анализировать угрозы и проектировать защиту.

Задание:

Ситуация: Представлена схема умной теплицы: датчики -> шлюз -> облако -> приложение на смартфоне фермера.

Задача: Проанализируйте архитектуру по модели Purdue. На каких уровнях находятся компоненты?

Опишите сценарий атаки: злоумышленник перехватил пароль от Wi-Fi сети теплицы.

Предложите комплекс мер по защите системы для предотвращения этой атаки (минимум 3 меры разного типа: организационная, сетевая, программная).

Тема 6. Проектирование и жизненный цикл КФС

Цель: сформировать навык проектирования архитектуры сложной системы.

Задание:

Проект: «Умная система полива для городского парка».

Задача: разработать концептуальную архитектуру этой КФС.

Опишите:

- компоненты уровня восприятия (какие датчики нужны?)
- технологии передачи данных (какой протокол IoT выберете и почему?)
- место для вычислений (где будет работать логика? на датчике, на шлюзе или в облаке? обоснуйте).
- компоненты уровня управления (как включаются поливальные установки?).

Примерные темы эссе

1. Эволюция от АСУ к КФС: роль цифрового двойника как связующего звена». (Анализ исторического и технологического развития).

2. Проблема доверия к данным: верификация и валидация цифровых двойников как основа принятия управленческих решений». (Рассмотрение методологических и практических вызовов).

3. Цифровой двойник: от пассивного наблюдения к активному управлению и автономии». (Исследование будущего развития технологии и её роли в самообучающихся системах).

4. Проблема "дрейфа" цифрового двойника: методы поддержания актуальности модели в условиях износа и изменения физических объектов.

5. От цифрового двойника к предписывающей аналитике: переход от "что произошло?" и "что произойдёт?" к "что следует сделать?

5. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзамен представляет собой выполнение обучающимся заданий билета, включающего в себя:

Задание №1 – теоретический вопрос на знание базовых понятий предметной области дисциплины, а также позволяющий оценить степень владения обучающегося принципами предметной области дисциплины, понимание их особенностей и взаимосвязи между ними.

Задание №2 – задание на анализ ситуации из предметной области дисциплины и выявление способности обучающегося выбирать и применять соответствующие принципы и методы решения практических проблем, близких к профессиональной деятельности.

Задания №3 – задания на проверку умений и навыков, полученных в результате освоения дисциплины.

Выполнение обучающимся заданий билета оценивается по следующей балльной шкале:

Задание 1: 0-30 баллов
Задание 2: 0-30 баллов
Задание 3: 0-40 баллов

- 90 и более (отлично) – ответ правильный, логически выстроен, приведены необходимые выкладки, использована профессиональная лексика. Задания решены правильно. Обучающийся правильно интерпретирует полученный результат.

- 89-70 (хорошо)– ответ в целом правильный, логически выстроен, приведены необходимые выкладки, использована профессиональная лексика. Ход решения задания правильный, ответ неверный. Обучающийся в целом правильно интерпретирует полученный результат.

- 69-50 (удовлетворительно)– ответ в основном правильный, логически выстроен, приведены не все необходимые выкладки, использована профессиональная лексика. Задания решены частично.

- менее 50 (неудовлетворительно)– ответы на теоретическую часть неправильные или неполные. Задания не решены.

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задания 1-го типа

1. Дайте определение киберфизической системы (КФС). Перечислите ключевые характеристики, отличающие КФС от традиционных автоматизированных систем управления (АСУ).

2. Опишите эталонную архитектуру КФС. Раскройте назначение и функции уровней восприятия, сетевого, вычислительного (туманные и облачные вычисления) и уровня управления.

3. Охарактеризуйте место и роль Интернета вещей (IoT) в технологическом стеке КФС. Сравните протоколы MQTT, CoAP и AMQP с точки зрения их применимости в промышленных условиях.

4. Объясните концепцию туманных (Fog) и граничных (Edge) вычислений. Какую проблему они решают в контексте КФС и как влияют на надежность и скорость реакции системы?

5. Дайте определение цифрового двойника. В чем заключается его отличие от статической математической модели? Опишите этапы его жизненного цикла.

6. Раскройте механизм обратной связи в системе с цифровым двойником. Как данные из физического мира используются для коррекции модели, и как прогнозы модели применяются для управления физическим объектом?

7. Приведите примеры применения методов искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) в КФС. Сфокусируйтесь на задачах предиктивной аналитики и оптимизации.

8. Опишите принципы работы многоагентных систем в контексте КФС. Какие преимущества дает децентрализованный подход к управлению по сравнению с централизованным?

9. В чем заключается специфика кибербезопасности КФС по сравнению с традиционной ИТ-безопасностью? Приведите примеры атак, нацеленных на физический уровень (киберфизические атаки).

10. Объясните концепцию «нулевого доверия» (Zero Trust) и ее применимость для защиты промышленных сетей КФС. Как она меняет подход к сегментации сети?

11. Опишите методы обеспечения отказоустойчивости КФС. Как архитектурные решения (резервирование, децентрализация) способствуют повышению надежности системы?

12. Что такое системная инженерия и MBSE (Model-Based Systems Engineering)? Как эти методологии применяются при проектировании сложных КФС?

13. Раскройте роль стандартов (например, ISO, IEEE, OPC UA) в развитии КФС. Как стандартизация влияет на интероперабельность и масштабируемость систем?

14. Опишите концепцию «Цифрового двойника производственного предприятия» (завод-как-объект). Из каких компонентов состоит такая система и какие задачи она решает?

15. Проанализируйте основные вызовы, стоящие на пути массового внедрения КФС в промышленности. Рассмотрите технические, экономические и организационные барьеры.

Задания 2-го типа

1. На заводе внедряется новая система. Данные с сотен датчиков температуры с разных цехов (часто через Wi-Fi) должны в реальном времени поступать в облачную платформу для анализа. Опишите архитектуру решения. Какие технологии (IoT протоколы, уровень вычислений) вы выберете и почему? Как обеспечить надежность передачи данных в условиях нестабильной сети?

2. Насос на трубопроводе часто выходит из строя, вызывая дорогостоящие простои. Текущая система только сигнализирует о поломке. Предложите решение на базе КФС для перехода от реактивного обслуживания к предиктивному. Опишите роль цифрового двойника и алгоритмов машинного обучения в вашем решении.

3. В системе управления беспилотным вилочным погрузчиком произошел кратковременный сбой связи с центральным сервером. Погрузчик должен продолжить работу, а не остановиться. Какие принципы проектирования КФС (автономия, децентрализация) необходимо заложить в систему? Как должен вести себя "цифровой двойник" погрузчика в этой ситуации?

4. Инженер-технолог заметил, что модель в цифровом двойнике экструдера дает погрешность в 5% по сравнению с реальными показаниями давления. Опишите пошаговый алгоритм действий инженера для верификации и калибровки модели. Какие данные необходимо собрать и как их использовать для обновления модели?

5. На химическом производстве необходимо поддерживать сложный, нелинейный температурный профиль в реакторе. Классический ПИД-регулятор не справляется. Предложите решение на базе КФС. Какой метод управления (нечеткая логика, нейросеть) вы бы выбрали и как бы интегрировали его с цифровым двойником реактора для обучения алгоритма?

6. Служба безопасности обнаружила, что к сети управления (уровень Control) можно получить доступ из офисной сети (уровень Enterprise) без аутентификации. Опишите, как принципы сегментации сети (модель Purdue, Zero Trust) должны быть реализованы в этой КФС. Какие технические меры (коммутаторы, шлюзы) вы бы внедрили?

7. Компания хочет модернизировать старый станок с ЧПУ, у которого нет цифровых интерфейсов. Нужно получать данные о скорости шпинделя и количестве циклов. Предложите решение по интеграции этого станка в единую КФС предприятия. Какие аппаратные компоненты (модули, датчики) и методы (компьютерное зрение?) вы бы использовали?

8. В системе "умного города" данные о трафике с тысяч камер и датчиков должны обрабатываться мгновенно, чтобы управлять светофорами. Облачные вычисления дают

слишком большую задержку. Объясните, как концепция граничных (Edge) вычислений решает эту проблему. Опишите распределение вычислительной нагрузки между камерами, локальными шлюзами и облаком.

9. При проектировании КФС для морского судна заказчик требует максимальной отказоустойчивости: выход из строя одного датчика или контроллера не должен приводить к остановке двигателя. Опишите архитектурные решения (горячее резервирование, децентрализованное принятие решений), которые вы заложите в проект. Какова будет роль многоагентного подхода?

10. Внедрение новой КФС на производстве привело к конфликту со старой ERP-системой: данные о выработке продукции передаются с разной периодичностью. Опишите принципы интеграции систем уровня MES (КФС) и ERP. Как обеспечить консистентность данных? Какую роль здесь может играть цифровой двойник производственного процесса?

11. Оператор на опасном производстве постоянно игнорирует предупреждения системы о перегреве оборудования, считая их ложными срабатываниями. Применяя принципы человеко-машинного интерфейса (HMI/UX), предложите редизайн системы оповещения. Как можно использовать данные цифрового двойника для повышения доверия оператора к системе?

12. В цеху высокий уровень электромагнитных помех. Система сбора данных работает нестабильно: показания аналоговых датчиков "прыгают". Опишите комплекс мер по обеспечению электромагнитной совместимости (ЭМС) на уровне проектирования КФС: от выбора кабеля и экранирования до алгоритмической фильтрации данных в контроллере.

13. Необходимо создать систему автоматического контроля качества покраски деталей на конвейере. Критерии качества сложны и зависят от освещения, угла обзора и типа поверхности. Предложите решение на базе КФС. Какую роль будут играть системы компьютерного зрения (на Edge-устройствах), ИИ-алгоритмы для классификации дефектов и интеграция с конвейерной линией?

14. Проектная документация на старую АСУ была утеряна. Система работает, но ее нужно интегрировать в новую КФС. Опишите метод "обратного проектирования" (Reverse Engineering) для решения этой задачи. Как можно использовать технологии IoT и цифровых двойников для анализа работы "черного ящика" без остановки производства?

15. Руководство сомневается в экономической целесообразности внедрения дорогостоящей КФС с цифровыми двойниками и ИИ. Подготовьте аргументацию для руководства. Опишите методику расчета возврата инвестиций (ROI), учитывая не только прямую экономию (энергия, сырье), но и предотвращение косвенных убытков (простои, брак).

Задания 3-го типа

1. Задание: Проектирование архитектуры IoT-системы

Ситуация: требуется контролировать уровень воды в 50 резервуарах, расположенных на удаленном объекте. Данные должны передаваться в офис раз в 5 минут.

Задача: нарисовать схему архитектуры системы. Указать, какие компоненты (датчики, контроллеры, шлюзы) будут на каждом уровне. Обосновать выбор протокола передачи данных (например, MQTT или LoRaWAN).

2. Задание: Разработка алгоритма для Edge-устройства

Ситуация: на производственной линии установлен датчик вибрации. Необходимо выявлять аномалии, не передавая весь поток данных в облако.

Задача: описать алгоритм, который будет работать на Edge-контроллере. Алгоритм должен считать скользящее среднее и стандартное отклонение за последние 1000 измерений и отправлять уведомление в облако, если текущее значение выходит за пределы 3-х сигм.

3. Задание: Создание структуры данных для цифрового двойника

Ситуация: создается цифровой двойник асинхронного электродвигателя.

Задача: составить список из 7-10 ключевых параметров (тегов), которые цифровой

двойник должен получать от физического объекта и хранить в своей базе данных для точного моделирования его состояния.

4. Задание: Анализ киберфизической угрозы

Ситуация: Злоумышленник получил доступ к сети уровня Control и подменил данные с датчика давления, показав заниженное значение.

Задача: описать, как система с использованием цифрового двойника может обнаружить такую атаку. Предложить один метод верификации данных (например, сравнение с расчетным значением от модели).

5. Задание: Проектирование отказоустойчивого узла

Ситуация: необходимо спроектировать управление критическим клапаном. Отказ не допускается.

Задача: описать схему управления с "горячим" резервированием. Указать, какие компоненты (контроллеры, датчики) должны быть дублированы и как логика управления должна переключаться между основным и резервным каналом.

6. Задание: Применение модели машинного обучения

Ситуация: есть датасет с данными о работе насоса (вибрация, ток, давление) и метками о произошедших поломках.

Задача: описать последовательность действий (pipeline) для создания модели предсказания поломки. Указать шаги: подготовка данных, выбор алгоритма (например, Random Forest), обучение модели и оценка ее качества.

7. Задание: Интеграция с MES/ERP системой

Ситуация: КФС на станке зафиксировала выпуск партии деталей (100 шт.).

Задача: описать процесс передачи этой информации в ERP-систему для списания материалов и начисления зарплаты. Указать роль шлюза и формат передаваемых данных (например, JSON).

8. Задание: Проектирование HMI-экрана по принципам UX

Ситуация: Оператор должен контролировать температуру в трех реакторах и иметь возможность остановить процесс одной кнопкой.

Задача: нарисовать эскиз одного экрана HMI. На эскизе должны быть: три крупных индикатора температуры, график тренда для одного из реакторов и одна большая кнопка "Аварийный останов".

9. Задание: Выбор вычислительной парадигмы

Ситуация: Система управления беспилотным автомобилем должна реагировать на препятствие за <10 мс.

Задача: объяснить, почему для этой задачи нельзя использовать облачные вычисления. Обосновать, почему необходимо использовать граничные (Edge) вычисления непосредственно на борту автомобиля.

10. Задание: Сегментация сети по модели Purdue

Ситуация: В сети завода есть уровни: полевые устройства (Level 0-1), контроллеры (Level 2), MES/SCADA (Level 3) и офис/ERP (Level 4).

Задача: нарисовать схему сегментации сети с использованием межсетевых экранов (Firewalls) между уровнями. Записать одно правило для межсетевого экрана между Level 3 и Level 4, разрешающее только чтение данных из MES-системы в ERP-систему.