

**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 » \_\_\_\_\_ 2026 года

М.п.



**Комплект оценочных материалов  
по дисциплине «Технология Big Data в управлении производственным  
циклом»**

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

## Содержание

|                                                                           |   |
|---------------------------------------------------------------------------|---|
| 1. Общие положения.....                                                   | 3 |
| 2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке.....               | 3 |
| 3. Контроль и оценка освоения учебной дисциплины.....                     | 5 |
| 4. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости..... | 6 |
| 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 «Технология Big Data».

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 «Технология Big Data».

## 2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОПК-1</b> | <b>Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</b> |
| ОПК-1.1      | Решает задачи, требующие интеграции знаний математики, естественных наук, социологии и экономики, демонстрируя способность к синтезу подходов и методик разных дисциплин                                                                                          |
| ОПК-1.2      | Осваивает новые методики, инструменты и концепции, необходимые для решения уникальных инженерных задач                                                                                                                                                            |
| <b>ОПК-2</b> | <b>Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач</b>                                                                             |
| ОПК-2.1      | Создает алгоритмы обработки больших объемов данных и модули программного обеспечения для автоматизированных систем управления                                                                                                                                     |
| ОПК-2.2      | Интегрирует технологии искусственного интеллекта, машинного обучения и глубокого анализа данных в исследования и практические проекты                                                                                                                             |
| <b>ОПК-7</b> | <b>Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами</b>                                                                                                          |
| ОПК-7.1      | Знает математические алгоритмы функционирования, принципы построения, модели хранения и обработки данных распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений                                                                                 |
| ОПК-7.2      | Разрабатывает и применяет математические модели процессов и объектов при решении задач анализа и синтеза распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений                                                                                 |

| Код индикатора компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1.1                    | <i>Знать:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- влияние цифровых технологий на экономические показатели предприятия и социальные аспекты труда;</li><li>- математические основы статистических методов анализа данных и теории вероятностей.</li></ul> <i>Уметь:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- аргументировать выбор технологических решений с точки зрения экономической эффективности и социальной ответственности;</li><li>- применять математический аппарат для формализации бизнес-задач и оценки</li></ul> |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | <p>рисков при внедрении новых технологий.</p> <p><i>Иметь практический опыт:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценки экономической целесообразности внедрения систем предиктивной аналитики на производстве.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ОПК-1.2 | <p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные тренды в области Big Data, ИИ и облачных вычислений для промышленности;</li> <li>- принципы контейнеризации и оркестрации для развертывания ML-моделей в продакшн;</li> <li>- концепции распределенных вычислений и параллельной обработки информации.</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осваивать новые программные библиотеки и инструменты визуализации;</li> <li>- настраивать окружение для разработки и тестирования новых алгоритмов в изолированных контейнерах;</li> <li>- выбирать оптимальные инструменты для решения уникальной инженерной задачи.</li> </ul> <p><i>Иметь практический опыт:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- создания воспроизводимого окружения для запуска сложного пайплайна обработки данных с помощью Dockerfile;</li> <li>- реализации распределенного алгоритма обработки логов промышленного оборудования на кластере Spark.</li> </ul> |
| ОПК-2.1 | <p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- алгоритмы потоковой (Stream Processing) и пакетной (Batch Processing) обработки данных;</li> <li>- структуры данных для эффективной работы с Big Data;</li> <li>- принципы оптимизации запросов к распределенным базам данных NoSQL.</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проектировать эффективные алгоритмы фильтрации, агрегации и трансформации больших массивов данных;</li> <li>- реализовывать модули ПО на языках Python/Scala/Java для интеграции в АСУ ТП.</li> </ul> <p><i>Иметь практический опыт:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разработки алгоритма агрегации показаний тысяч датчиков с использованием Spark RDD/DataFrame;</li> <li>- оптимизации запросов к распределенным базам данных NoSQL.</li> </ul>                                                                                                                                                               |
| ОПК-2.2 | <p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- архитектуры нейронных сетей для анализа временных рядов и методы классического ML;</li> <li>- инструменты библиотек для решения задач регрессии и классификации в промышленности.</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- интегрировать обученную модель машинного обучения в программный комплекс или REST API микросервис;</li> <li>- обучать модели на исторических данных, валидировать их и готовить к промышленной эксплуатации.</li> </ul> <p><i>Иметь практический опыт:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применения методов глубокого анализа данных для решения прикладных задач управления производством.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                |
| ОПК-7.1 | <p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- математические алгоритмы функционирования распределенных систем;</li> <li>- принципы построения моделей хранения данных (реляционные, графовые) для СППР.</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать математические модели процессов (физические или стохастические) для описания поведения объекта управления или цифрового двойника;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методы имитационного моделирования и симуляции для анализа работы производственных систем под нагрузкой Big Data;</li> <li>- синтезировать распределенные информационные системы на основе построенных математических моделей объектов управления.</li> </ul> <p><i>Иметь практический опыт:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировки задачи оптимизации графика производства как задачи линейного программирования для максимизации прибыли при ограничениях ресурсов.</li> </ul>                                                                                                               |
| ОПК-7.2 | <p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы оптимизации (линейное программирование) для синтеза информационных систем поддержки принятия решений.</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять математические модели процессов и объектов при решении задач анализа и синтеза распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений.</li> </ul> <p><i>Иметь практический опыт:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разработки стохастической модели отказов оборудования на основе распределения Пуассона или Вейбулла для системы предиктивного обслуживания.</li> </ul> |

### 3. Контроль и оценка освоения учебной дисциплины

| Элемент учебной дисциплины                                                              | Текущий контроль            |                               | Промежуточная аттестация |                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                                                                                         | Форма контроля              | Проверяемые идк               | Форма контроля           | Проверяемые идк                                                |
| Тема 1. Архитектура промышленных данных и жизненный цикл Big Data в АСУ ТП              | Отчет по практикуму         | ОПК-1.2<br>ОПК-2.1            |                          |                                                                |
| Тема 2. Инфраструктура распределенных систем хранения и обработки                       | Отчет по практикуму         | ОПК-1.2<br>ОПК-2.1<br>ОПК-7.1 |                          |                                                                |
| Тема 3. Поточковая обработка данных и мониторинг в реальном времени                     | Отчет по практикуму         | ОПК-2.1<br>ОПК-2.2            |                          |                                                                |
| Тема 4. Математические модели и алгоритмы машинного обучения для предиктивной аналитики | Отчет по практикуму         | ОПК-1.1<br>ОПК-2.2<br>ОПК-7.2 |                          |                                                                |
| Тема 5. Интеллектуальный анализ данных и поддержка принятия решений                     | Отчет по практикуму         | ОПК-1.1<br>ОПК-7.1            |                          |                                                                |
| Тема 6. Интеграция Big Data решений с цифровыми двойниками и СППР                       | Отчет по практикуму<br>Эссе | ОПК-1.1<br>ОПК-7.1<br>ОПК-7.2 |                          |                                                                |
|                                                                                         |                             |                               | Экзамен                  | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2<br>ОПК-2.1<br>ОПК-2.2<br>ОПК-7.1<br>ОПК-7.2 |

#### 4. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости

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

| Эссе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>10-8</b> – работа с четко охарактеризованной проблемой и собственной точкой зрения;<br><b>7-5</b> – тема раскрыта в полном объеме в соответствии с рекомендациями, есть замечания по оформлению;<br><b>4-3</b> – тема раскрыта не в полном объеме, замечаний по оформлению нет;<br><b>2-1</b> – тема раскрыта только частично, нарушены правила по оформлению;<br><b>0</b> – работа не сделана.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Практикум по решению задач                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>10-8</b> – 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;<br><b>7-5</b> – 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;<br><b>4-1</b> – работа и отчет выполнены в срок, в основном самостоятельно, выводы сделаны частично, слабо аргументированы, даны ответы не на все вопросы;<br><b>0</b> – обучающийся подготовил работу и отчет несамостоятельно и/или не завершил в срок, описание содержит ошибки, выводы и ответы на вопросы отсутствуют. |

##### *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 практикумов по решению задач

Тема 1. Архитектура промышленных данных и жизненный цикл Big Data в АСУ ТП

Задача: Анализ структуры данных реального производственного объекта (предоставляется датасет). Идентификация источников данных, их типов и частоты поступления. Построение схемы движения данных от датчика до озера данных (Data Lake).

Тема 2. Инфраструктура распределенных систем хранения и обработки

Задача: Развертывание локального кластера (на Docker). Загрузка промышленного датасета в HDFS. Выполнение базовых операций чтения/записи с использованием PySpark.

Тема 3. Поточковая обработка данных и мониторинг в реальном времени

Задача: Создание пайплайна: эмулятор генерации потока данных -> Kafka -> Spark Streaming. Обработка потока для вычисления скользящего среднего значения параметра.

Тема 4. Математические модели и алгоритмы машинного обучения для предиктивной аналитики

Задача: Решение задачи бинарной классификации (предсказание поломки

оборудования). Обучение модели (например, логистическая регрессия) и оценка метрик качества (Precision, Recall).

Тема 5. Интеллектуальный анализ данных и поддержка принятия решений

Задача: Проведение исследовательского анализа данных (EDA). Поиск аномалий с помощью алгоритма Isolation Forest. Построение интерактивного графика для визуализации аномалий.

Тема 6. Интеграция Big Data решений с цифровыми двойниками и СППР

Задача: Разработка модуля для цифрового двойника, который получает данные из озера данных, обрабатывает их и обновляет параметры модели двойника.

#### Примерные темы эссе

1. Роль цифровых двойников как ядра экосистемы Big Data в современном производстве.
2. Предиктивная аналитика vs Реактивное обслуживание: экономический эффект от внедрения технологий Big Data.
3. Вызовы и решения при интеграции унаследованных систем (Legacy) АСУ ТП с современными платформами Big Data.
4. Этические и правовые аспекты использования данных с промышленного интернета вещей (IIoT).
5. Влияние технологий искусственного интеллекта на трансформацию компетенций инженеров АСУ ТП.
6. Оптимизация энергопотребления предприятия с помощью анализа больших данных: методы и результаты.
7. Архитектура Lakehouse как новый стандарт хранения данных для цифровых двойников.
8. Проблема «черного ящика» в машинном обучении для АСУ: необходимость интерпретируемости моделей.
9. От данных к действию: роль систем поддержки принятия решений (СППР) в управлении производственным циклом.
10. Будущее производства: переход к автономным фабрикам на базе самообучающихся систем и Big Data.

### **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 понятию «Big Data» и опишите его ключевые характеристики (объём, скорость, разнообразие).
2. Какие математические методы используются для анализа больших данных в производственных системах?
3. Опишите архитектуру распределённых информационных систем для хранения и обработки Big Data.
4. В чём заключается принцип работы Hadoop и MapReduce? Приведите примеры их применения в управлении производством.
5. Каковы особенности интеграции технологий искусственного интеллекта и машинного обучения в автоматизированные системы управления производственными процессами?
6. Что такое цифровой двойник? Как Big Data используется для его создания и поддержки?
7. Опишите этапы жизненного цикла данных в производственном цикле: от сбора до принятия решений.
8. Какие модели хранения данных применяются в распределённых системах? Сравните их преимущества и недостатки.
9. Каковы основные методы предобработки данных в задачах анализа производственных процессов?
10. Объясните понятие «система поддержки принятия решений» (СППР) и роль Big Data в её функционировании.
11. Какие алгоритмы машинного обучения наиболее эффективны для прогнозирования отказов оборудования на производстве?
12. Опишите принципы работы потоковой обработки данных (stream processing) и её значение для управления производственным циклом.
13. Как обеспечивается интеграция данных из различных источников в распределённых информационных системах?
14. В чём заключается синтез подходов математики, социологии и экономики при внедрении Big Data на производстве?
15. Какие инструменты визуализации данных используются для анализа производственных процессов? Приведите примеры.
16. Опишите методы кластеризации и классификации данных в задачах оптимизации производственных процессов.
17. Каковы особенности применения глубокого обучения (deep learning) для анализа изображений и сигналов в промышленности?
18. Объясните роль математического моделирования в синтезе распределённых информационных систем для управления производством.
19. Какие вызовы и риски связаны с внедрением Big Data в автоматизированные

системы управления технологическими процессами?

20. Опишите взаимосвязь между принципами построения распределённых систем, моделями хранения данных и эффективностью принятия управленческих решений.

### Задания 2-го типа

1. На заводе внедрена система сбора данных с датчиков оборудования. Объём данных резко вырос, и текущая база данных не справляется. Предложите архитектуру решения для хранения и обработки этих данных, опишите этапы внедрения.

2. В цехе участились случаи внеплановых остановок оборудования. Руководство просит разработать систему прогнозирования отказов. Какие методы анализа данных и машинного обучения вы бы применили? Обоснуйте выбор.

3. Необходимо интегрировать данные из ERP-системы, MES-системы и датчиков IoT для построения цифрового двойника производственной линии. Опишите этапы интеграции, возможные проблемы и способы их решения.

4. На основе анализа больших данных требуется выявить «узкие места» в производственном цикле, снижающие общую эффективность. Опишите последовательность действий и используемые методы анализа.

5. Предприятие внедряет систему поддержки принятия решений для диспетчера цеха. Какие данные необходимо собирать, как их обрабатывать и какие алгоритмы использовать для выдачи рекомендаций в реальном времени?

6. В системе управления производством обнаружены аномалии в показаниях датчиков. Разработайте алгоритм автоматического выявления и фильтрации аномальных данных.

7. Требуется оптимизировать график планово-предупредительных ремонтов на основе анализа истории отказов и данных о нагрузке на оборудование. Предложите подход к решению задачи.

8. На складе наблюдаются перебои с поставками комплектующих. Как с помощью анализа больших данных можно спрогнозировать дефицит и оптимизировать логистику?

9. Необходимо внедрить систему потоковой обработки данных для мониторинга качества продукции в режиме реального времени. Опишите архитектуру и ключевые компоненты такой системы.

10. Руководство хочет внедрить систему мотивации персонала на основе KPI, рассчитываемых по данным автоматизированных систем. Какие данные использовать и как обеспечить объективность расчётов?

11. На предприятии внедряется новый вид продукции. Как использовать анализ исторических данных для ускорения настройки технологических параметров и снижения брака?

12. Система сбора данных генерирует дублирующиеся и неполные записи. Предложите методы очистки и обогащения данных перед их использованием в аналитических моделях.

13. Требуется разработать модель для прогнозирования энергопотребления цеха на сутки вперёд. Какие входные данные необходимы и какие методы моделирования наиболее эффективны?

14. Необходимо обеспечить безопасность и разграничение доступа к данным производственного цикла для разных категорий пользователей. Опишите принципы построения такой системы.

15. Внедрена система компьютерного зрения для контроля качества изделий. Как организовать сбор, хранение и анализ большого объёма видеоданных для повышения точности контроля?

16. На основе анализа данных требуется выявить неявные взаимосвязи между параметрами технологического процесса и качеством конечного продукта. Какие

методы анализа вы бы применили?

17. Предприятие переходит на распределённую архитектуру обработки данных из-за роста филиалов. Опишите, как организовать централизованный сбор и анализ данных из удалённых подразделений.

18. Необходимо оценить экономический эффект от внедрения системы предиктивной аналитики отказов оборудования. Опишите, какие данные и методы расчёта вы бы использовали.

19. В системе управления производством требуется реализовать функцию автоматического реагирования на критические отклонения параметров процесса. Опишите принципы построения такой системы.

20. Требуется разработать рекомендательную систему для технолога по подбору оптимальных режимов работы оборудования на основе анализа больших данных. Опишите подход к её созданию.

### Задания 3-го типа

1. Опишите архитектуру и последовательность шагов для организации сбора данных с производственного оборудования (датчики, контроллеры, MES) в распределённую систему хранения. Укажите используемые технологии и форматы данных.

2. Предложите структуру хранения данных для анализа истории отказов оборудования. Обоснуйте выбор между реляционными и NoSQL-решениями, опишите схему таблиц или коллекций.

3. Разработайте алгоритм (или опишите последовательность действий) для автоматического обнаружения аномалий в потоке данных с производственной линии. Укажите, какие статистические или машинные методы будете использовать.

4. На основе предоставленного датасета (например, история простоев оборудования) постройте простую модель прогнозирования вероятности отказа на ближайшие сутки. Опишите этапы: подготовка данных, выбор модели, оценка качества.

5. Опишите, как объединить данные из трёх источников: ERP (заказы), MES (операции), IoT (датчики). Предложите схему ETL-процесса и формат итогового хранилища.

6. Создайте дашборд (схематично или с помощью инструмента) для мониторинга эффективности производственной линии в реальном времени. Какие метрики и визуализации вы выберете?

7. Напишите SQL-запрос для анализа: «Выявить 5 самых частых причин остановок оборудования за последний месяц с детализацией по сменам».

8. Опишите, как на основе собранных данных построить цифрового двойника отдельного агрегата. Какие параметры и алгоритмы моделирования необходимы?

9. Предложите план анализа данных для оптимизации расхода сырья на основе исторических данных о выпуске и браке. Какие методы анализа и моделирования примените?

10. Опишите архитектуру и механизмы обеспечения безопасности и разграничения прав доступа к данным производственного цикла в распределённой системе.