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

Комплект оценочных материалов
по дисциплине «Применение методов ИИ в управлении промышленностью»

Направление подготовки:	02.04.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем
Профиль подготовки:	Искусственный интеллект и интеллектуальная обработка данных
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.....4
5. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации.....6

1. Общие положения

Комплект оценочных материалов (далее - ОМ) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу дисциплины «Применение методов ИИ в управлении промышленностью».

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 02.04.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем;
- рабочей программы дисциплины «Применение методов ИИ в управлении промышленностью».

2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями

ПК-1	**Создание информационных технологий нового поколения**
ПК-1.2	Управление разработкой продуктов, услуг и решений на основе больших данных
ПК-1.3	Разработка и внедрение новых методов и технологий исследования больших данных

Код индикатора компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1.2	*Знать:* - принципы проектирования архитектуры программных комплексов для обработки промышленных больших данных; - методологии оценки рисков при внедрении ИИ-решений в производственные процессы; - стандарты и протоколы передачи данных в промышленной среде. *Уметь:* - формализовать требования бизнеса к продукту на основе больших данных; - управлять командой разработки на этапах исследования данных, создания модели и ее интеграции; - проводить сравнительный анализ различных технологических стеков для решения поставленной задачи. *Иметь практический опыт:* - разработки концепции продукта/сервиса на базе ИИ для нужд конкретного предприятия; - создания технической документации (техническое задание, архитектура решения) для команды разработчиков.
ПК-1.3	*Знать:* - современные методы машинного обучения (ансамблевые методы, нейронные сети) и их применимость к специфическим типам промышленных данных; - техники аугментации данных для повышения точности моделей в условиях дефицита информации; - подходы к объяснимому искусственному интеллекту (XAI) для промышленных приложений. *Уметь:* - самостоятельно исследовать новые научные публикации и адаптировать описанные в них методы для решения практических задач; - реализовывать и тестировать нестандартные алгоритмы, комбинируя различные подходы; - интегрировать разработанные модели в действующие информационные системы предприятия через API.

	Иметь практический опыт: - исследования и сравнения эффективности нескольких алгоритмов на одной и той же промышленной задаче; - полного цикла разработки и внедрения нового метода анализа данных: от постановки гипотезы до развертывания готового решения в продуктивную среду.

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 цифровую трансформацию промышленности и основы сбора данных	Отчет по лабораторному практикуму	ПК-1.2 ПК-1.3		
Тема 2. Предиктивная аналитика и техническое обслуживание	Отчет по практикуму по решению задач	ПК-1.3		
Тема 3. Оптимизация производственных и логистических процессов	Отчет по лабораторному практикуму	ПК-1.2 ПК-1.3		
Тема 4. Интеграция и внедрение ИИ-решений в управление предприятием	Отчет по лабораторному практикуму	ПК-1.2 ПК-1.3		
			Экзамен	ПК-1.2 ПК-1.3

4. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости

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

Лабораторный практикум
25-20 – 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; 19-14 – 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; 13-8 – 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; 7-1 – обучающийся подготовил работу несамостоятельно или не завершил в срок, описание спецификации содержит незначительные ошибки, выводы и ответы на вопросы отсутствуют.
Практикум по решению задач
25-20 – 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;
19-14– 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;
13-8 – работа и отчет выполнены в срок, в основном самостоятельно, выводы сделаны частично, слабо аргументированы, даны ответы не на все вопросы;
7-1 – 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 для лабораторных практикумов

Тема 1. Введение в цифровую трансформацию промышленности и основы сбора данных

Цель: разработать пайплайн сбора данных, провести очистку и визуализацию временного ряда.

Задание:

1. Сбор телеметрии: настроить эмуляцию промышленного датчика (например, температуры или давления) на виртуальном стенде. Разработать скрипт (на Python), который с заданной периодичностью считывает данные и сохраняет их в базу данных (например, InfluxDB или PostgreSQL).

2. Очистка данных: сгенерировать синтетический временной ряд с добавлением различных типов шума (случайный, тренд, выбросы). Реализовать функции для очистки: интерполяция пропусков, сглаживание скользящим средним, фильтрация аномалий (например, по правилу 3-сигм).

3. Визуализация: построить графики исходного зашумленного и очищенного рядов, а также график обнаруженных аномалий.

Тема 4. Интеграция и внедрение ИИ-решений в управление предприятием

Цель: упаковать обученную модель в контейнер и развернуть её как веб-сервис.

Задание:

1. Контейнеризация: взять обученную ранее модель бинарной классификации (из Темы 2) и создать для неё REST API с помощью фреймворка (например, FastAPI или Flask).

2. Docker: написать Dockerfile для создания образа приложения. Собрать образ и запустить контейнер.

3. A/B-тестирование: развернуть две версии модели (например, старую и новую) на разных портах или под разными именами контейнеров. Разработать скрипт, который отправляет запросы на обе версии сервиса и сравнивает их ответы (точность, время ответа) на тестовой выборке.

Типовые задания для практикумов по решению задач

Тема 2. Предиктивная аналитика и техническое обслуживание

Цель: построить модель для прогнозирования поломки оборудования и визуализировать аномалии.

Задача:

1. Подготовка данных: Используя очищенный временной ряд из Лабораторной работы №1, сформировать обучающую выборку. Создать целевой признак (метку)

"поломка", который принимает значение 1 за N часов до известного сбоя.

2. Построение модели: обучить модель бинарной классификации (например, логистическая регрессия, градиентный бустинг) для предсказания поломки на основе данных о вибрации за предыдущие периоды.

3. Оценка и визуализация: оценить качество модели (ROC-AUC, Precision-Recall). Визуализировать предсказанные вероятности поломки на графике временного ряда вместе с реальными событиями сбоев.

Тема 3. Оптимизация производственных и логистических процессов

Цель: решить задачу комбинаторной оптимизации с помощью генетического алгоритма.

Задача:

1. Формализация задачи: выбрать одну из классических задач: "Задача коммивояжера" (оптимизация маршрута доставки) или "Задача упаковки" (размещение деталей на листе материала). Описать целевую функцию (минимизация общего пути или минимизация отходов).

2. Реализация ГА: реализовать генетический алгоритм для решения выбранной задачи. Определить способы кодирования решения (хромосомы), операторы кроссинговера и мутации.

3. Сравнение и анализ: запустить алгоритм на тестовых данных. Сравнить полученный результат с решением, найденным методом полного перебора (для небольших наборов данных) или другим эвристическим методом. Проанализировать влияние параметров алгоритма (размер популяции, вероятность мутации) на качество решения.

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.

-70 и более (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.

-50 и более (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 типа

1. Раскройте концепцию «Индустрия 4.0» и назовите ключевые технологии, лежащие в её основе.

2. Опишите архитектуру промышленного интернета вещей (IIoT) и перечислите основные уровни взаимодействия устройств.

3. Какие основные источники данных используются на современном промышленном предприятии (датчики, MES/ERP, SCADA) и какова их роль?

4. Какие типичные проблемы качества данных встречаются при сборе телеметрии с промышленного оборудования и как они влияют на работу моделей ИИ?

5. Перечислите и охарактеризуйте основные методы очистки данных для временных рядов в промышленности.

6. Опишите этапы разработки пайплайна для сбора и обработки телеметрии с виртуального производственного стенда.

7. В чем заключается суть предиктивного обслуживания (Predictive Maintenance) и какие задачи оно решает?

8. Сравните методы классификации и регрессии при прогнозировании остаточного ресурса оборудования. В каких случаях применяется каждый из них?

9. Какие алгоритмы обнаружения аномалий используются для анализа временных рядов в промышленности?

10. Опишите процесс построения модели бинарной классификации для предсказания поломки станка на основе исторических данных о вибрации.

11. Как визуализируются аномальные состояния оборудования и почему визуализация важна для принятия управленческих решений?

12. Как методы искусственного интеллекта применяются для решения задач комбинаторной оптимизации в производстве и логистике?

13. Раскройте принцип работы генетических алгоритмов. Приведите пример их применения для оптимизации расписания производства или решения задачи о коммивояжере.

14. Опишите принцип работы муравьиных алгоритмов и приведите пример их использования для оптимизации маршрутов.

15. Как имитационное моделирование бизнес-процессов помогает оценить эффективность внедрения ИИ-решений до их практической реализации?

16. Каковы основные этапы создания прототипа (Proof-of-Concept) ИИ-сервиса для управления промышленным предприятием?

17. Как контейнеризация моделей с помощью Docker упрощает развертывание, масштабирование и интеграцию ИИ-решений в инфраструктуру предприятия?

18. По каким критериям проводится оценка экономической эффективности внедрения методов искусственного интеллекта на производстве?

19. Какие этические аспекты, риски и социальные последствия автоматизации необходимо учитывать при внедрении ИИ в управление предприятием?

20. Опишите процесс развертывания обученной модели прогнозирования поломок в виде REST API-сервиса в контейнере Docker и проведения A/B-тестирования для оценки её работы.

Задания 2 типа

1. Опишите архитектуру сбора данных для «умного» цеха, включающую датчики, SCADA-систему и MES/ERP. Какие протоколы передачи данных (например, MQTT, OPC-UA) вы бы выбрали и почему?

2. На виртуальном стенде телеметрия с датчика температуры содержит пропуски и резкие скачки (артефакты). Опишите последовательность шагов по очистке этого временного ряда (интерполяция, фильтрация) перед подачей в модель.

3. Вам необходимо разработать пайплайн для сбора данных о производительности

станков из MES-системы и телеметрии с датчиков в реальном времени. Опишите структуру базы данных и логику ETL-процесса.

4. Данные о потреблении энергии поступают с разных агрегатов в разных единицах измерения и с разной частотой дискретизации. Предложите метод нормализации и синхронизации этих данных для дальнейшего анализа.

5. Как вы проверите, что данные, поступающие с нового датчика давления, валидны и не являются «мусором» (например, если датчик заклинило на одном значении)? Опишите автоматический метод проверки.

6. У вас есть исторические данные о вибрации подшипника. Вам нужно предсказать поломку в течение следующих 24 часов. Какую задачу машинного обучения вы сформулируете (классификация или регрессия) и почему?

7. Оператор заметил, что станок работает странно, но явной поломки нет. Данные с датчиков не имеют меток «поломка». Какой метод машинного обучения (например, Isolation Forest) вы примените для выявления аномального режима работы?

8. Постройте дашборд для мониторинга состояния оборудования. Как вы визуализируете обнаруженные аномалии на графике временного ряда, чтобы оператор мог быстро понять суть проблемы?

9. Модель регрессии предсказала, что через 48 часов параметр износа детали достигнет критического значения. Опишите, как вы интегрируете этот прогноз в систему планирования технического обслуживания (MRO).

10. Вы построили модель бинарной классификации для предсказания поломки. Метрики на тестовой выборке: Accuracy = 98%. Почему эта метрика может быть обманчивой в данной задаче, и какие метрики (Precision, Recall) будут более информативны?

11. Робот-манипулятор должен обслужить 50 станков на большой площади цеха по кратчайшему маршруту. Почему эту задачу невозможно решить методом простого перебора? Какой эвристический метод ИИ вы выберете для поиска субоптимального решения?

12. Объясните на примере задачи составления графика производства, как работают операторы кроссовера и мутации в генетическом алгоритме.

13. На складе необходимо оптимизировать маршруты нескольких погрузчиков для сборки заказов. Почему муравьиный алгоритм может быть более эффективен для этой динамической задачи логистики, чем статические методы?

14. Перед внедрением нового оптимизированного расписания смен вы хотите оценить его влияние на общую производительность завода. Опишите, как вы построите имитационную модель бизнес-процесса для проведения этого эксперимента.

15. Задача упаковки деталей разной формы в стандартный контейнер. Сформулируйте целевую функцию для решения этой задачи с помощью методов ИИ.

16. Вы обучили модель прогнозирования поломок локально на Python. Опишите пошаговый процесс упаковки этой модели и ее зависимостей в Docker-контейнер для последующего развертывания.

17. Модель развернута в Docker-контейнере. Напишите пример кода для создания REST API-эндпоинта /predict, который принимает данные с датчика в формате JSON и возвращает прогноз.

18. Вы внедрили новую рекомендательную систему для оптимизации загрузки станков на одном из участков цеха. Как вы спроектируете A/B-тест, чтобы доказать экономическую эффективность этого ИИ-решения по сравнению со старым методом планирования?

19. Модель предиктивного обслуживания показала точность 95%. Опишите методику расчета ROI (возврата инвестиций) от внедрения этой модели: какие затраты и выгоды необходимо учесть?

20. Автоматизация контроля качества с помощью компьютерного зрения привела к сокращению штата контролеров. Какие этические риски и социальные последствия может

нести такое внедрение ИИ?

Задания 3 типа

1. У вас есть задача продемонстрировать руководству завода работоспособность концепции предиктивного обслуживания. Вам необходимо: (1) разработать пайплайн сбора данных с виртуального стенда, (2) очистить зашумленный временной ряд, (3) обучить модель бинарной классификации для предсказания поломки, (4) оценить её метрики (Precision, Recall, F1), (5) упаковать решение в Docker-контейнер и развернуть REST API. Опишите пошаговый план действий и используемые инструменты.

2. На производственной линии установлен новый станок. Исторических данных о его поломках нет. Внезапно система мониторинга фиксирует отклонение в параметрах вибрации. Используя методы анализа временных рядов и алгоритмы обнаружения аномалий (например, Isolation Forest), опишите, как вы определите, является ли это отклонение критическим сбоем или допустимым шумом.

3. Необходимо составить оптимальный маршрут для сервисного инженера, который должен посетить 25 станков в разных цехах завода за смену. Время в пути между станками известно. Решите эту задачу (аналог задачи коммивояжера) с помощью генетического алгоритма. Опишите, как вы зададите хромосому, функцию приспособленности и операторы кроссовера/мутации.

4. Модель прогнозирования остаточного ресурса подшипника успешно обучена. Ваша задача — интегрировать её в существующую MES-систему завода. Опишите процесс: как модель будет получать данные из MES/ERP, как будет формироваться прогноз и как результат (например, дата плановой замены) будет передаваться обратно в систему для автоматического создания заявки на закупку запчасти.

5. Вы внедрили на одном из участков завода ИИ-алгоритм для оптимизации расписания смен, который, по вашим расчетам, должен повысить производительность на 5%. Как вы спроектируете A/B-тест для статистически значимого подтверждения этой гипотезы? Укажите ключевые метрики, длительность теста и критерии успеха.

6. Руководство требует обосновать бюджет на внедрение системы предиктивного обслуживания. Подготовьте расчет возврата инвестиций (ROI). Опишите, какие данные вам потребуются (стоимость часа простоя, стоимость внедрения, экономия на ремонтах), и как вы будете учитывать косвенные выгоды от внедрения.

7. Данные о температуре в плавильной печи демонстрируют дрейф (постепенное смещение среднего значения) из-за износа футеровки. Этот дрейф мешает модели прогнозирования аварийных ситуаций. Предложите метод предобработки данных (например, дифференцирование или использование скользящего окна), который позволит устранить этот тренд перед обучением модели.

8. Создайте концепцию дашборда для оператора цеха. На нем должны отображаться: текущие показания ключевых датчиков, прогноз модели о вероятности поломки в ближайшие часы и визуализация обнаруженных аномалий за последние сутки. Опишите, какие графики и виджеты вы бы использовали для наглядного представления этой информации.

9. Необходимо загрузить партию деталей трех разных типов в стандартные контейнеры для отправки заказчику. Объем и количество деталей каждого типа известны. Решите эту задачу комбинаторной оптимизации с помощью генетического алгоритма. Как будет выглядеть целевая функция вашей модели?

10. Вы разработали систему компьютерного зрения для автоматического контроля качества продукции на конвейере, которая заменяет 100% ручной труд контролеров. Опишите потенциальные риски такого внедрения: технические (ложные срабатывания), операционные и социальные. Какие меры вы бы предложили для минимизации этих рисков?