

**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
И.Ф.-м.н. Жданов Э.Р.
« 01 » _____ 2026 года
М.П.



**Комплект оценочных материалов
по дисциплине «Основы предиктивной аналитики»**

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.....	4
4. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.....	4
5. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации.....	9

1. Общие положения

Комплект оценочных материалов (далее - ОМ) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу дисциплины «Основы предиктивной аналитики».

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

ОМ разработаны на основании:

- основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика;
- рабочей программы дисциплины «Основы предиктивной аналитики».

2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями

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-2.1	<i>Знать:</i> - роль и место предиктивной аналитики как ключевого инструмента для перехода от реактивных регламентов (работа по факту сбоя) к предиктивным и предписывающим моделям управления; - методологию оценки потенциального эффекта от внедрения систем предиктивной аналитики в существующие бизнес-процессы; - принципы интеграции аналитических моделей в существующую ИТ-инфраструктуру организации для автоматизации принятия решений. <i>Уметь:</i> - формулировать бизнес-цели цифровой трансформации в виде конкретных задач для предиктивных моделей; - проводить аудит существующих данных и процессов для выявления областей, где внедрение предиктивных моделей принесёт максимальный эффект <i>Иметь практический опыт:</i> - разработки концепции или пилотного проекта по внедрению предиктивной аналитики для решения конкретной производственной задачи; - построения прототипа модели для анализа данных и оценки потенциального эффекта от её внедрения в бизнес-процессы.
ПК-2.2	<i>Знать:</i> - методологию перехода от реактивного управления к предиктивному и предписывающему как основу стратегии цифровой трансформации. - ключевые метрики эффективности (KPI) для оценки успешности реализации стратегии внедрения предиктивной аналитики. - принципы интеграции аналитических модулей в контур принятия решений, заменяющей или дополняющей существующие ручные/реактивные процедуры. <i>Уметь:</i> - выбирать адекватные методы анализа (прогнозирование, классификация, обнаружение аномалий) для решения стратегических задач трансформации.

	- проектировать архитектуру системы, включающую сбор данных, обработку, модель и интерфейс принятия решений. - разрабатывать дорожную карту (roadmap) внедрения предиктивной аналитики в масштабах организации. <i>Иметь практический опыт:</i> - проектирования схемы интеграции аналитического модуля в общую архитектуру цифрового двойника или АСУ ТП. - разработки плана мониторинга и переобучения моделей в промышленной среде как части долгосрочной стратегии.
--	--

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 и жизненный цикл предиктивной аналитики в промышленности	Отчет по практикуму по решению задач	ПК-2.1 ПК-2.2		
Тема 2. Анализ временных рядов и прогнозирование параметров	Отчет по лабораторному практикуму	ПК-2.1 ПК-2.2		
Тема 3. Обнаружение аномалий и диагностика оборудования	Отчет по лабораторному практикуму	ПК-2.1 ПК-2.2		
Тема 4. Прогнозирование технического состояния и остаточного ресурса (RUL)	Отчет по лабораторному практикуму	ПК-2.1 ПК-2.2		
Тема 5. Интеграция моделей и оценка эффективности	Отчет по практикуму по решению задач	ПК-2.1 ПК-2.2		
			Зачет	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
20 -15 – 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 14- 9– 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 8- 3 – 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

2-1 – обучающийся подготовил работу самостоятельно или не завершил в срок, описание спецификации содержит незначительные ошибки, выводы и ответы на вопросы отсутствуют.

Практикум по решению задач

20-15 – 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;

14-7– 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;

6-1 – 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 самостоятельно 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 зачета, 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 2. Анализ временных рядов и прогнозирование параметров

Задание: «Прогноз температуры в реакторе».

Используя предоставленный датасет с историческими данными о температуре в промышленном реакторе, построить модель для прогнозирования значений на 24 шага вперед.

1. Визуализировать временной ряд, выделить тренд и сезонность.
2. Построить модель экспоненциального сглаживания (например, Holt-Winters).
3. Построить модель ARIMA, подобрав параметры.
4. Сравнить точность моделей на тестовой выборке с помощью метрики RMSE.

Тема 3. Обнаружение аномалий и диагностика оборудования

Задание: «Вибродиагностика насоса».

На основе данных с датчика вибрации определить интервалы времени, когда оборудование работало в аномальном режиме (предполомка).

1. Рассчитать скользящее среднее и стандартное отклонение для временного ряда.
2. Применить статистическое правило (например, всё, что выходит за пределы $\text{mean} \pm 3\sigma$, является аномалией) для маркировки аномальных точек.
3. Визуализировать результат, выделив аномалии на графике.

Тема 4. Прогнозирование технического состояния и остаточного ресурса (RUL)

Задание: «Классификация состояния подшипника».

Имеются размеченные данные о работе подшипника (состояние: «Норма», «Предполомка»). Построить простую модель для классификации текущего состояния.

1. Провести разведочный анализ данных, сравнить распределения признаков для разных классов.
2. Разделить данные на обучающую и тестовую выборки.
3. Обучить простой классификатор (например, логистическую регрессию или дерево решений).

4. Оценить качество модели с помощью метрик Accuracy и F1-score.

Типовые задания практикумов по решению задач

Тема 1. Введение и жизненный цикл предиктивной аналитики в промышленности

Задание: «Разработка концепции системы предиктивного обслуживания».

Описать концепцию внедрения системы для парка насосного оборудования на заводе.

1. Сформулировать бизнес-проблему (высокие затраты на внеплановые ремонты).
2. Перевести её в задачу машинного обучения (например, «классификация: сломается/не сломается в течение недели»).
3. Описать этапы проекта: сбор данных, выбор модели, пилотное внедрение, оценка ROI.

Тема 5. Интеграция моделей и оценка эффективности

Задание: «Проектирование архитектуры и стратегии мониторинга».

Спроектировать схему интеграции модели из Лабораторной работы №4 в существующую АСУ ТП и разработать план её эксплуатации.

1. Нарисовать схему потоков данных: от датчика -> шлюз -> база данных -> модель -> оператор/контроллер.
2. Описать, как модель будет вызываться (например, через API).
3. Разработать план мониторинга: какие метрики отслеживать (точность), как часто переобучать модель и что делать при снижении качества прогнозов (дрейф данных).

5. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачет 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.

Задание №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

«Зачтено»

– 90-100 – ответ правильный, логически выстроен, использована профессиональная терминология. Задания решены правильно. Обучающийся правильно интерпретирует полученный результат.

– 70 -89 – ответ в целом правильный, логически выстроен, использована профессиональная терминология. Ход решения заданий правильный, ответ неверный. Обучающийся в целом правильно интерпретирует полученный результат.

– 50 - 69 – ответ в основном правильный, логически выстроен, использована профессиональная терминология. Задание решено частично.

«Не зачтено»

– менее 50 – ответы на теоретическую часть неправильные или неполные. Задания не решены.

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задания 1-го типа

1. Дайте определение предиктивной аналитики. В чём её ключевое отличие от диагностической и предписывающей аналитики? Приведите примеры применения в АСУ ТП.
2. Опишите типовой жизненный цикл проекта предиктивной аналитики в промышленности: от постановки бизнес-задачи до внедрения и мониторинга модели.
3. Раскройте понятие «временной ряд». Опишите его основные компоненты: тренд, сезонность и шум. Как их наличие влияет на выбор модели прогнозирования?
4. Объясните принцип работы и ограничения классических моделей прогнозирования временных рядов (ARIMA, экспоненциальное сглаживание).
5. Что такое аномалия (выброс) в данных АСУ ТП? В чём её отличие от обычного шума? Каковы основные причины появления аномалий?
6. Сравните статистические методы обнаружения аномалий (например, метод Z-оценки) и методы, основанные на машинном обучении. В каких случаях применение последних более оправдано?
7. Дайте определение понятию «остаточный ресурс» (Remaining Useful Lifetime, RUL). Какие типы моделей используются для его прогнозирования?
8. Опишите задачу классификации состояний оборудования («Норма», «Предполомка», «Авария»). Какие метрики качества модели, кроме точности (Accuracy), являются критически важными для этой задачи и почему?
9. Что такое переобучение модели (overfitting)? Почему это явление особенно опасно при внедрении предиктивной аналитики в реальное производство?
10. Объясните понятия «дрейф данных» (data drift) и «дрейф концепта» (concept drift). Как эти явления влияют на работоспособность внедрённой модели и как их можно отслеживать?
11. Опишите роль предиктивной аналитики в концепции цифрового двойника. Как модель прогнозирования интегрируется в его структуру?
12. Сравните подходы к техническому обслуживанию: реактивное (по факту поломки), плановое (по графику) и предиктивное (на основе прогноза). Каковы экономические преимущества последнего?
13. Что такое KPI (ключевые показатели эффективности) для проекта по внедрению предиктивной аналитики? Приведите примеры KPI для оценки успешности такого проекта.
14. Опишите типовую архитектуру системы предиктивной аналитики. Из каких функциональных блоков она состоит (сбор данных, хранение, обработка, модель, интерфейс)?
15. Раскройте основные принципы интерпретации результатов работы модели для инженера или руководителя производства. Почему важно не только получить прогноз, но и понимать, на основе каких факторов он был сделан?

Задания 2-го типа

1. Опишите, как бы вы сформулировали задачу предиктивной аналитики для прогнозирования оттока клиентов в телекоммуникационной компании. Какие данные и признаки вы бы использовали?
2. В каких случаях предпочтительнее использовать логистическую регрессию, а в каких — дерево решений для задачи бинарной классификации? Обоснуйте свой ответ на примере.
3. Представьте, что у вас есть данные о продажах за 3 года с выраженной сезонностью. Какую модель вы выберете для прогноза на следующий год и почему?
4. Как вы определите, что выбранная вами модель предиктивной аналитики переобучена? Какие методы борьбы с переобучением вы примените?

5. Вам поручили спрогнозировать спрос на новый продукт, по которому нет исторических данных. Опишите, как бы вы подошли к решению этой задачи.
6. Какие метрики оценки качества модели вы выберете для задачи классификации с несбалансированными классами? Почему?
7. В чём разница между валидацией и тестированием модели? Как бы вы организовали процесс валидации для задачи кредитного скоринга?
8. Как вы обработаете пропуски в данных, если их доля в ключевых признаках превышает 10%? Приведите примеры методов и их ограничения.
9. Опишите, как бы вы интерпретировали результаты модели случайного леса для бизнес-пользователя, не обладающего техническими знаниями.
10. Вам необходимо выбрать между моделями градиентного бустинга и нейронной сети для задачи прогнозирования временных рядов. Какие факторы повлияют на ваш выбор?
11. Как вы выявите и обработаете выбросы в данных при построении предиктивной модели? Приведите примеры методов.
12. Опишите, как бы вы объяснили важность признаков (feature importance) в модели линейной регрессии и как это может повлиять на принятие бизнес-решений.
13. В чём заключается принцип кросс-валидации? Как бы вы реализовали её для задачи с временными рядами?
14. Как вы оцените экономический эффект от внедрения предиктивной модели в бизнес-процесс? Приведите пример расчёта.
15. Вам нужно внедрить модель предиктивной аналитики в производственный процесс компании. Опишите этапы внедрения, включая мониторинг и обновление модели.

Задания 3-го типа

1. На основе краткого описания бизнес-ситуации (например, «снижение оттока клиентов») сформулируйте задачу предиктивной аналитики, определите целевую переменную и 3–5 ключевых признаков.
2. Предобработка данных. Дана таблица с пропусками и выбросами. Опишите последовательность действий по очистке данных (минимум 3 шага).
3. Разведочный анализ. Постройте гистограмму распределения одного из признаков и опишите, какие выводы можно сделать для построения модели.
4. Выбор признаков. Для задачи прогнозирования продаж предложите 2 признака, которые стоит включить в модель, и объясните почему.
5. Построение простой модели. Используя предоставленный фрагмент данных, вручную рассчитайте коэффициенты линейной регрессии для двух точек.
6. Оценка качества. Даны результаты классификации (матрица ошибок). Рассчитайте точность (accuracy) и полноту (recall).
7. Борьба с переобучением. Назовите 2 метода предотвращения переобучения и кратко опишите, как они работают.
8. Кросс-валидация. Объясните, что такое k-fold кросс-валидация и зачем она нужна.
9. Интерпретация модели. Объясните, как интерпретировать коэффициенты логистической регрессии для бизнес-пользователя.
10. Прогнозирование временных рядов. По данным за 3 месяца с выраженной сезонностью предложите простую модель для прогноза на следующий месяц.
11. Сравнение моделей. В чём основное различие между деревом решений и случайным лесом?
12. Обработка несбалансированных данных. Назовите 2 способа работы с несбалансированными классами.
13. Внедрение модели. Перечислите 3 этапа внедрения предиктивной модели в бизнес-процесс.
14. Анализ ошибок. Опишите, как провести анализ ошибок модели классификации.
15. Экономический эффект. Кратко объясните, как оценить экономический эффект

от внедрения предиктивной модели.