

Обзор современной нормативной базы по средствам измерений с искусственным интеллектом. Возможности использования таких систем на крупных промышленных предприятиях

ПОКАТИЛОВ АЛЕКСАНДР ВАСИЛЬЕВИЧ,
ктн, Главный метролог ПАО «Мосэнерго»,
Руководитель секции НТС ЕЭС,
Член Научно технической комиссии Росстандарта,

В условиях цифровой трансформации промышленности особую роль играют системы измерений с использованием искусственного интеллекта (ИИ).

Презентация посвящена:

- обзору нормативных документов, регулирующих применение таких технологий
- возможностям применения на крупных промышленных предприятиях;
- актуальности внедрения ИИ в средства измерений (СИ).



- Анализ современных нормативных актов (дата вступления в действие – январь 2025 года), касающихся внедрения ИИ-систем в измерительные процессы.
- Рассмотрение практических возможностей применения таких решений на крупных промышленных объектах.
- Анализ потенциальных преимуществ и проблем внедрения для энергетического сектора экономики.



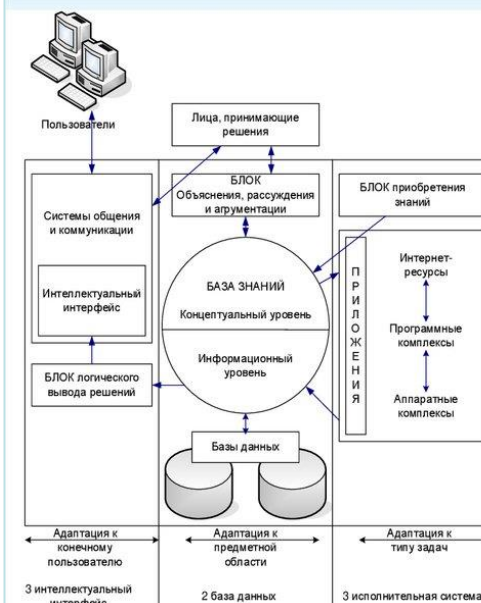
Средства измерений с искусственным интеллектом — это устройства и системы, использующие алгоритмы обучения машин для анализа данных, автоматизации процессов и повышения точности измерений. Эти технологии позволяют оптимизировать производственные процессы, снизить риски ошибок и повысить эффективность работы предприятий. Примеры: интеллектуальные датчики, предиктивное обслуживание оборудования.



Основные элементы ИИ-систем включают:

- Датчики и сенсоры для сбора данных.
- Алгоритмы обучения машин для обработки информации.
- ПО для управления и анализа данных.
- Интерфейсы взаимодействия с оператором.

Структура системы искусственного интеллекта (СИИ)



№	Название	Описание
1	Исполнительная система	Исполнительная система объединяет всю совокупность средств, обеспечивающих выполнение программ для эффективного решения задач и часто имеет проблемную ориентацию.
2	База знаний	База знаний занимает центральное положение по отношению к остальным компонентам вычислительной системы в целом, через нее осуществляется интеграция средств, участвующих в решении задач.
3	Интеллектуальный интерфейс	Интеллектуальный интерфейс - система программных и аппаратных средств, обеспечивающих для конечного пользователя использование компьютера для решения задач, которые возникают в среде его профессиональной деятельности либо без посредников либо с незначительной их помощью.

Нормативные документы, регулирующие использование ИИ-средств измерений в России:

- ГОСТ Р 59276-2020. Системы ИИ. Способы обеспечения доверия.

Определены понятия качества систем ИИ и доверия к ним

- ГОСТ Р 71561- 2024. СИ на основе ИИ. Состав, структура и области применения

Фиксирует, что системы с ИИ позволяют получать результаты измерений без заранее заданных алгоритмов. Для систем с ИИ используется понятие метрологического самоконтроля, в том числе с автоматической коррекцией.

- ГОСТ Р 71562 – 2024. СИ на основе ИИ. Метрологическое обеспечение.

Отличия СИ с ИИ:

+ эффективно измеряет многопараметрические величины;

+ многозадачность использования;

+ реализация функций метрологического самоконтроля, а также метрологического самоконтроля с автоматической коррекцией характеристик и возникающих дефектов в системах с ИИ;

- ограниченные прозрачность и объяснимость алгоритма получения результата измерений;

- большое количество разнообразных компонентов в аппаратуре и высокая ее стоимость;

- повышенная вероятность ухудшения метрологических характеристик на интервале между поверками и/или калибровками, обусловленная многокомпонентностью аппаратуры и воздействием помех.

Международные стандарты, применяемые к ИИ-измерениям:

ИСО/МЭК 5259-1:2024 → ГОСТ Р 71484.1-2024.

ИИ. Качество данных для аналитики и обучения машин, часть 1, обзор, терминология и примеры

ИСО/МЭК 5259-2:2024 → ГОСТ Р 71484.2-2024.

ИИ. Качество данных для аналитики и обучения машин, часть 2, показатели качества данных

ИСО/МЭК 5259-3:2024 → ГОСТ Р 71484.3-2024.

ИИ. Качество данных для аналитики и обучения машин, часть 3, требования и рекомендации по управлению качеством данных

ИСО/МЭК 5259-4:2024 → ГОСТ Р 71484.4-2024.

ИИ. Качество данных для аналитики и обучения машин, часть 4, структура процесса управления качеством данных



Использования ИИ в измерительных процессах на промышленном предприятии:

- Повышение точности и надежности измерений за счет применения **метрологического самоконтроля и автоматической коррекции.**
- Автоматизация рутинных операций и **уменьшения влияния человеческого фактора.**
- Сокращение времени на обработку данных за счет.
- Прогнозирование отказов оборудования и предотвращение аварийных ситуаций.
- Автоматизация процессов сбора и анализа данных.
- Мониторинга производственных процессов в режиме реального времени.
- Оптимизации энергопотребления.
- Предиктивного обслуживания оборудования.
- Оптимизация производственных процессов.
- Снижение энергопотребления.
- Повышение безопасности и надежности.

Система, состоящая из датчиков давления и температуры на ТЭС. Среди них интеллектуальные датчики, которые предоставляют эталонные значения. Вы используете кластерный анализ для группировки данных и выявления отклонений, а также регрессию для предсказания показаний обычных датчиков на основе интеллектуальных. Если система обнаруживает аномалию, она автоматически корректирует настройки или предупреждает оператора.



Сопряжение предложенных методов обучения машин и анализа данных с использованием интеллектуальных и информационно-избыточных датчиков, как рекомендовано в ГОСТ Р 71561-2024, позволяет создать эффективную систему метрологического самоконтроля в динамическом режиме работы ТЭС. Это решение сочетает в себе преимущества современных технологий и строгих стандартов, обеспечивая стабильность и безопасность производственных процессов.

Обзор современной НТД по СИ с ИИ. Возможности использования таких систем на крупных промышленных предприятиях

№ пасп...	Ко...	Наименование типа СИ	Тип СИ	Диапазон	X-ка точно...	Заводской...	Инве...	Категория	Штатное состо...	Техниче...	Место уста...	Место устано...	Место установ...	Место уст...	Сфера ГР...	Тип СИ ут...	№ по Го...	Вид МК
21211	28	Преобразователь-измерит...	BK-318.20	0..60 мм	см.докуме...	92524		СИ	В эксплуатации	Годеи	ТГ-10	мех.величин...	Тепловое рас...		Вне сфер...			Калибр
22854	28	Преобразователь-измерит...	BK-318.30	0..500 мм	см.докуме...	51713		СИ	В эксплуатации	Годеи	ТГ-7	Мех.величин...	Ход сервомот...		Вне сфер...	Да		Калибр
22855	28	Датчик наклона (уклономе...	BK-610	±5 мм/м	±2%	91151		СИ	В эксплуатации	Годеи	ТГ-10	мех.величин...	Угол наклона...		Вне сфер...			Калибр
22856	28	Датчик наклона (уклономе...	BK-610	±5 мм/м	±2%	91153		СИ	В эксплуатации	Годеи	ТГ-10	мех.величин...	Угол наклона...		Вне сфер...			Калибр
592	29	Счетчик-расходомер элект...	PM-5-T-80-B	0..60 м3/ч	1,0	301399		СИ	В эксплуатации	Годеи	Солевая ск...				Охрана о...			Поверк
702	29	Счетчик-расходомер элект...	PM-5-T-200...	1...1000...	1,0	75519		СИ	В эксплуатации	Годеи	Собственн...	Прямая	расход		Учет кол...	Да	20699-11	Поверк
703	29	Счетчик-расходомер элект...	PM-5-T-200...	1...1000...	1,0	75518		СИ	В эксплуатации	Годеи	Собственн...	Обратная	расход		Учет кол...	Да	20699-11	Поверк
737	29	Счетчик-расходомер элект...	PM-5-T-300...	2,5...2500...	1,0	75780		СИ	В эксплуатации	Годеи	АСКУТЭ ТЭ...	Аварийный п...			Учет кол...	Да	20699-11	Поверк
11234	29	Дозатор механический	Biohit	2500...25...	см. докум...	12K 68541		СИ	В МК	Годеи	ХЛ УТ				Вне сфер...			Поверк
11235	29	Дозатор механический	Biohit	500...250...	см. докум...	02M 55143		СИ	В МК	Годеи	ХЛ УТ				Вне сфер...			Поверк
11236	29	Дозатор механический	Biohit	200...100...	см. докум...	AE 4459		СИ	На длительно...	Годеи	ХЛ УТ				Вне сфер...			Поверк
11242	29	Дозатор механический	Biohit	0...10000...	см. докум...	AF 8970		СИ	На длительно...	Годеи	ХЛ УТ				Вне сфер...			Поверк
11245	29	Дозатор механический	Biohit	0...10000...	см. докум...	AH 2080		СИ	В МК	Исправен	ХЛ УТ				Вне сфер...			Поверк
11246	29	Дозатор механический	Biohit	0...10000...	см. докум...	AH 2106		СИ	На длительно...	Годеи	ХЛ УТ				Вне сфер...			Поверк
11369	29	Сужающее устройство	ДБС 1,6-10...	см. докуч...	см. докуч...	2546		Техн. уст...	В эксплуатации	Годеи	ГРП-1	линия больш...		Учет кол...			Период	
11378	29	Сужающее устройство	ДБС 1,6-30...	см. докуч...	см. докуч...	2532		Вспом. об.	В эксплуатации	Годеи	ГРП-1	линия малог...		Учет кол...			Поверк	
11386	29	Вычислитель	УВП-280Б.01	см.докум...	±0,01 мА	103177		СИ	В резерве	Годеи	РЕЗЕРВ			Учет кол...	Да		Поверк	
11401	29	Сужающее устройство	ДБС 1,6-50...	см. докуч...	см. докуч...	2845		Вспом. об.	В эксплуатации	Годеи	ГРП-2	Линия 1		Учет кол...			Поверк	
11402	29	Вычислитель	УВП-280Б.01	см.докум...	±0,01 мА	104287		СИ	В резерве	Годеи	РЕЗЕРВ			Учет кол...	Да		Поверк	
11410	29	Сужающее устройство	ДБС 1,6-50...	см. докуч...	см. докуч...	2844		Вспом. об.	В эксплуатации	Годеи	ГРП-2	Линия 2		Учет кол...			Поверк	
11418	29	Вычислитель	УВП-280Б.01	см.докум...	±0,01 мА	104286		СИ	В резерве	Годеи	ГРП-1, ком...	линия больш...		Учет кол...	Да	53503-13	Поверк	
11530	29	Уровнемер	5400	2500 мм	±3 мм	32643		СИ	В эксплуатации	Годеи	Химически...	склад реакен...	цистерна щел...	ОУН20L0...	Пром. бе...			Поверк

МК	Ремонты	ТО	Отказы	Регламенты	Методики МК	Комплектность	Измеряемые параметры	Драгметаллы	Доп. характеристики	Документы	Пользователи СИ
Фактическая д...	Вид МК	Годеи	Пов./калибр. органи...	Поверитель (...)	Шифр клейма	Период МК, мес.	Цикл МК	Пов./калибр. орга...	Владелец	Годеи до	
19.11.2018	Поверка	Да	Ростест-Москва			12		Ростест-Москва	ТЭЦ-11 филиал П...	18.11.2019	
23.11.2017	Поверка	Да	Ростест-Москва			12		Ростест-Москва	ТЭЦ-11 филиал П...	22.11.2018	
04.12.2016	Поверка	Да	Ростест-Москва			12		Ростест-Москва	ТЭЦ-11 филиал П...	03.12.2017	

Проблемы с качеством данных: неполные, ложные или устаревшие данные, отрицательно влияют на процессы и результаты аналитики и обучения машин. Данные из различных источников, включая структурированные БД и неструктурированные данные (документы, изображения, аудио), используются в жизненном цикле данных для аналитики и разработки моделей обучения машин. Для разработки надежного управления качеством данных для аналитики и обучения машин используют стандарты качества данных, включая концепции и варианты использования, характеристики и измерения, требования к управлению и структуру процессов.

Примеры успешного внедрения ИИ-систем на предприятиях:

- Газпромнефть: автоматизация контроля качества нефти с помощью ИИ.

- Росатом: внедрение предиктивной аналитики для оптимизации производства.

Примеры ИИ-систем в энергетике

- Умные сети (Smart Grids).

- Системы мониторинга энергопотребления.

- Прогнозирование нагрузки на энергосистемы.



Компания «Т Плюс» развернула систему предиктивной аналитики в 7 филиалах, расположенных в Центральном, Приволжском и Уральском федеральных округах, на базе российской цифровой платформы для управления производством ЗПОТ, разработанной [ГК «Цифра»](#). Благодаря ИИ уже удалось предотвратить три инцидента на ТЭЦ «Академическая», которые могли бы суммарно вывести станцию из строя на 24 часа. В результате компания не поставила бы в сеть 5,5 млн кВтч электроэнергии и не отпустила потребителям 3360 Гкал тепла.



Основные проблемы, связанные с внедрением и применением ИИ-систем на промышленных предприятиях:

- Проведение пилотных проектов.
- Высокая стоимость внедрения и поддержки.
- Вопросы кибербезопасности.
- Недостаток квалифицированных кадров. Необходимость адаптации и обучения персонала.
- Нормативные ограничения.
- Сотрудничество с научными организациями.



- Участие в разработке нормативных документов.
- Сертификация и тестирование ИИ-систем.
- Обмен опытом с международными организациями.



Перспективы развития ИИ-технологий в измерительной сфере:

- Интеграция ИИ с системами интернета вещей (IoT) и Big Data.
- Разработка специализированных ИИ-решений для конкретных отраслей.
- Развитие квантовых вычислений для измерений.
- Перспективы автономных систем ИИ.
- Разработка новых алгоритмов ИИ.
- Создание эталонных баз данных.
- Участие в разработке стандартов.

Anitoy



Подводя итоги, можно сказать, что ИИ-системы становятся неотъемлемой частью современных промышленных предприятий. Они помогают улучшить качество измерений, автоматизировать процессы и обеспечить более эффективное управление производством. Современные нормативные акты обеспечивают правовую основу для внедрения ИИ-систем. Практическое применение ИИ позволяет значительно повысить производительность и надежность предприятий. Важно учитывать риски, связанные с кибербезопасностью и адаптацией персонала.

Для продолжения обсуждения:
Покатилов Александр
Васильевич, ПАО «Мосэнерго»
Телефон: +7 (985) 968-53-78
Email: PokatilovAV@mosenergo.ru
Сайт: www.mosenergo.ru

