

ИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ · ОБЗОР ДЛЯ РУКОВОДИТЕЛЕЙ

# ИИ в энергетике 2026 сценарии и ограничения

Где предиктивная аналитика и ИИ реально работают на объектах генерации, передачи и распределения — и где они ломаются. Короткий разбор сценариев, требований к данным и пути через пилот в закрытом контуре для объектов КИИ.

## ДЛЯ КОГО

Главные инженеры, ИТ-директора, руководители ИБ, цифровизации и эксплуатации энергообъектов

## ЧТО ВНУТРИ

10 сценариев с данными и ограничениями, сравнение облако / on-premise, дорожная карта пилота, чек-лист готовности

## ФОРМАТ

6 страниц без маркетинга и выдуманных «средних по отрасли» цифр. Только то, что проверяется на данных объекта

## Почему энергетика — особый случай

с. 2

Любой проект по ИИ начинается с одного вопроса: где живут данные и кто к ним имеет доступ. В энергетике отвечать на него сложнее, чем почти где бы то ни было ещё.

**Режим работы.** Генерация, передача, распределение работают круглосуточно. У главного инженера ТЭЦ часто нет ночного окна на регламентные работы: остановка блока — это согласования, потеря отпуска тепла и деньги.

**Цена простоя.** Универсальной цифры не существует — час простоя газовой турбины, дизель-генератора на удалённом объекте и насосного агрегата на магистрали различается на порядки. Но порядок проблемы понятен и эксплуатации, и финансовому директору без презентаций.

**Регуляторика.** Значительная часть энергообъектов попадает под законодательство о КИИ. Это меняет сам подход: где разворачивать решение, как сегментировать сети, что логировать, кому давать доступ. Категории значимости и обязательные меры сверяются с действующей нормативкой и профильными специалистами по ИБ по каждому объекту.

**Консервативность среды.** SCADA на объекте может быть пятнадцать лет, АСУ ТП собиралась поэтапно разными подрядчиками. Доверие здесь зарабатывается не демонстрацией, а тем, что система не мешает работать и хотя бы раз оказывается права в неочевидной ситуации.

## Три логики обслуживания

### Реактивное

Чиним, когда сломалось. Дёшево на бумаге, дорого в жизни: авария тянет за собой сорванный график, срочные закупки и сверхурочные.

### ППР (по календарю)

Основа отраслевой культуры. Предсказуемо и управляемо, но платой становятся «лишние» ремонты исправных узлов и отказы между плановыми ТО.

### Предиктивное (по состоянию)

Опирается не на дату, а на данные. Ремонт назначается в окне, когда дефект уже виден, но до отказа ещё есть время.

Предиктивное обслуживание не отменяет ППР, а дополняет его: ловит дефекты между плановыми ТО и помогает не ремонтировать исправное оборудование по календарю. На объектах КИИ обязательные регламентные работы при этом сохраняются.



## Сценарии применения · 1–5

с. 3

### 01 Прогноз отказа турбин и генераторов

|                     |                                                                                                                                                                       |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ДАННЫЕ</b>       | Вибрация, температуры подшипников, обороты, давление масла, параметры из SCADA.                                                                                       |
| <b>ЧТО ДАЁТ</b>     | Развивающийся дефект подшипника или дисбаланс ротора виден за период от нескольких суток до недель — окно, чтобы спланировать остановку, а не получить аварийную.     |
| <b>ГДЕ ЛОМАЕТСЯ</b> | Нужна качественная вибродиагностика с достаточной частотой опроса и история хотя бы нескольких деградаций. Турбина без вибромониторинга — плохой кандидат для старта. |

### 02 Обнаружение утечек в магистральных сетях

|                     |                                                                                                                                             |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ДАННЫЕ</b>       | Давление и расход по участкам, температура, акустика, профиль потребления.                                                                  |
| <b>ЧТО ДАЁТ</b>     | Аномалии баланса «вход-выход» и характерные сигнатуры утечки или несанкционированного отбора заметны раньше, чем это проявится в учёте.     |
| <b>ГДЕ ЛОМАЕТСЯ</b> | Ценность прямо зависит от плотности датчиков. На «слепом» участке модель будет фантазировать; сезонные колебания легко спутать с аномалией. |

### 03 Оптимизация ремонтных циклов

|                     |                                                                                                                                                          |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ДАННЫЕ</b>       | Наработка, история ТО, фактическое состояние узлов, данные о деградации.                                                                                 |
| <b>ЧТО ДАЁТ</b>     | Приоритизация ремонтов по фактическому риску, а не только по календарю — при сохранении обязательных регламентных работ.                                 |
| <b>ГДЕ ЛОМАЕТСЯ</b> | На объектах КИИ часть ТО регламентирована и переносу не подлежит. ППР остаётся; модель лишь помогает приоритизировать ремонты внутри разрешённых границ. |

### 04 Раннее выявление дефектов вращающегося оборудования

|                     |                                                                                                                                     |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ДАННЫЕ</b>       | Вибрация и акустика насосов, компрессоров, дымососов, питательных агрегатов.                                                        |
| <b>ЧТО ДАЁТ</b>     | Дефекты подшипников, кавитация, дисбаланс проявляются в спектре раньше, чем в любом другом параметре.                               |
| <b>ГДЕ ЛОМАЕТСЯ</b> | Требуется корректная установка и калибровка датчиков. Спектральный анализ чувствителен к режиму работы — нужна привязка к нагрузке. |

### 05 Контроль состояния силовых трансформаторов

|                     |                                                                                                                                     |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ДАННЫЕ</b>       | Температуры, ток, газовый анализ масла (АРГ), данные мониторинга.                                                                   |
| <b>ЧТО ДАЁТ</b>     | Тренды растворённых газов и температурных аномалий помогают увидеть развитие дефекта изоляции до отказа.                            |
| <b>ГДЕ ЛОМАЕТСЯ</b> | Хроматография масла часто делается с большим интервалом — непрерывный поток данных есть не на всех объектах. Глубина архива решает. |

## Сценарии применения · 6–10

с. 4

### 06 Тепловизионный контроль электрических соединений

|                     |                                                                                                                               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ДАННЫЕ</b>       | Периодические тепловизионные обследования РУ, шин, контактных соединений.                                                     |
| <b>ЧТО ДАЁТ</b>     | Перегревы соединений и узлов изоляции выявляются как точки повышенного риска до развития аварии.                              |
| <b>ГДЕ ЛОМАЕТСЯ</b> | Чаще это периодические обследования, а не непрерывный поток. Автоматизация помогает с систематизацией, но не отменяет осмотр. |

### 07 Прогноз нагрузки и режимов

|                     |                                                                                                                                                 |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ДАННЫЕ</b>       | Исторические профили потребления, погода, календарь, технологические ограничения.                                                               |
| <b>ЧТО ДАЁТ</b>     | Более точный прогноз нагрузки помогает планировать режимы и снижать перерасход.                                                                 |
| <b>ГДЕ ЛОМАЕТСЯ</b> | Качество прогноза ограничено качеством входных рядов и стабильностью потребителей. Аномальные периоды (аварии, переключения) искажают обучение. |

### 08 Анализ журналов эксплуатации и дефектных ведомостей

|                     |                                                                                                                                          |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ДАННЫЕ</b>       | Текстовые журналы ремонтов, акты, наряды, дефектные ведомости.                                                                           |
| <b>ЧТО ДАЁТ</b>     | Связывание разрозненных записей о повторяющихся неисправностях узла, которые в бумаге теряются между сменами и подрядчиками.             |
| <b>ГДЕ ЛОМАЕТСЯ</b> | Журналы почти всегда «грязные»: разные форматы, сокращения, рукописные сканы. Оцифровка и нормализация — отдельный и недооценённый этап. |

### 09 Поддержка диспетчера и аномалии режимов

|                     |                                                                                                                                                   |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ДАННЫЕ</b>       | Потоковые данные SCADA, уставки, история инцидентов.                                                                                              |
| <b>ЧТО ДАЁТ</b>     | Подсветка нетипичных сочетаний параметров, которые человек при потоке телеметрии может пропустить.                                                |
| <b>ГДЕ ЛОМАЕТСЯ</b> | Ценность только если служба реагирует на сигнал. Высокая частота ложных срабатываний быстро превращает систему в фоновый шум, который игнорируют. |

### 10 Управление запасами ЗИП по фактическому риску

|                     |                                                                                                                                       |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ДАННЫЕ</b>       | Прогноз состояния узлов, сроки поставок, история отказов.                                                                             |
| <b>ЧТО ДАЁТ</b>     | Запас планируется под узлы с растущим риском, а не «срочно вчера» по аварии и не омертвлёнными деньгами на складе.                    |
| <b>ГДЕ ЛОМАЕТСЯ</b> | Требуется связки модели состояния с реальными сроками логистики. На длинных цепочках поставок горизонт прогноза должен это учитывать. |

## Облако или закрытый контур

с. 5

Для большинства энергообъектов вопрос решается на стороне ИБ ещё до выбора модели: телеметрию объекта КИИ, как правило, нельзя выносить в публичное облако. Рабочий вариант почти всегда один — развёртывание в закрытом контуре рядом с источником данных.

| Критерий            | Публичное облако                 | On-premise / закрытый контур               |
|---------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|
| Данные SCADA        | Покидают периметр                | Остаются внутри объекта                    |
| Соответствие КИИ    | Часто неприменимо                | Реализуемо                                 |
| Задержка до SCADA   | Выше, зависит от каналов         | Минимальная, рядом с источником            |
| Интеграция с АСУ ТП | Усложнена изоляцией техсетей     | Прямая, в том же периметре                 |
| Стоимость владения  | Ниже на старте, растёт с объёмом | Выше капзатраты, предсказуемое в долгую    |
| Эксплуатация        | На стороне провайдера            | Свои компетенции или поддержка интегратора |

## ⚡ Дорожная карта пилота · 6–8 недель

- 1 Выбор объекта и узла**  
Берём узел, где у эксплуатации есть боль и есть данные. Турбина без вибродиагностики — плохой кандидат для старта.
- 2 Аудит данных**  
Что собирается, с какой частотой, как давно, в каком виде журналы. Здесь вскрывается неприятное: архив телеметрии нередко обнуляется по кольцу раз в несколько недель, а часть журналов — сканы рукописных актов. Лучше узнать это до запуска.
- 3 Подключение источников**  
Выгрузка из SCADA, телеметрия, оцифровка журналов. Почти всегда занимает больше времени, чем планировалось.
- 4 Baseline-модель**  
Базовая модель «нормального» поведения узла, от которой считаются отклонения.
- 5 Тестирование прогнозов**  
Прогон на истории и на текущем потоке: горизонт упреждения и частота ложных срабатываний.
- 6 Эффект и решение о запуске**  
Считаем экономику на реальных данных объекта, а не на цифрах из презентации, с понятными метриками и порядком эксплуатации.

## Чек-лист готовности к пилоту

с. 6

- ☒ Есть исторические данные по выбранному оборудованию достаточной глубины
- ☒ Понятны критичные узлы и цена их отказа для конкретного объекта
- ☒ Есть технический доступ к телеметрии и SCADA
- ☒ Определён владелец процесса на стороне заказчика
- ☒ Согласованы требования ИБ и режим работы в закрытом контуре
- ☒ Определены метрики, по которым будет оцениваться пилот
- ☒ Выбран конкретный объект и узел для старта
- ☒ Понятен порядок промышленной эксплуатации после пилота

## Частые вопросы

### Можно ли внедрить предиктивное обслуживание без облака?

Да, и для энергетики это основной вариант. Решение разворачивается в закрытом контуре на инфраструктуре заказчика, данные SCADA не покидают периметр. Для объектов КИИ это, как правило, не опция, а требование.

### Какие данные нужны в первую очередь?

Базово — SCADA и телеметрия, для вращающегося оборудования критична вибродиагностика. Число источников вторично; на первом месте стоит достаточная историческая глубина данных по выбранному узлу.

### Сколько длится пилот?

Ориентировочно 6–8 недель при условии, что данные доступны и определён владелец процесса. Если телеметрию и журналы приходится готовить с нуля, этап аудита и подключения источников увеличивает срок.

### ИИ заменяет плановое обслуживание?

Нет. Он дополняет ППР: ловит дефекты между плановыми ТО и помогает не ремонтировать исправное оборудование по календарю. На объектах КИИ обязательные регламентные работы сохраняются.

## Проверить подход на **вашем объекте**

Если хотите понять, подойдёт ли предиктивное обслуживание для вашей инфраструктуры — мы можем провести экспресс-аудит данных, выбрать критичный узел и предложить архитектуру пилота в закрытом контуре.

САЙТ

[azoneai.ru/industries/tek](https://azoneai.ru/industries/tek)

ЗАПРОС ПИЛОТА

[azoneai.ru/contact](https://azoneai.ru/contact)