

TurbineCare AI. Руководство по эксплуатации

Версия ПО: **1.0.0** · Правообладатель: ООО «ИНТЕБРИКС» (ИНН 9707059284) · Редакция документа: 18.09.2026

Информация, необходимая для эксплуатации экземпляра: руководство пользователя (часть I) и руководство администратора (часть II) развёрнутого комплекса, сведения о проверочном экземпляре и учётной записи для экспертов, порядок обращения в техническую поддержку.

Назначение документа

Документ описывает порядок работы с развёрнутым экземпляром программного обеспечения «TurbineCare AI» (далее — комплекс). Он адресован двум категориям читателей:

- **пользователю** — инженеру станции и начальнику смены, которые ежедневно наблюдают за состоянием газотурбинных установок, разбирают тревоги и выводы, готовят отчёты (часть I);
- **администратору** — сотруднику, отвечающему за работоспособность экземпляра: учётные записи, источники данных, уставки, резервное копирование, обновление (часть II).

Установка и первичная настройка описаны в отдельном документе «Инструкция по установке». Состав функций — в документе «Описание функциональных характеристик». Там, где возможность заявлена как проектное решение и в поставку версии 1.0.0 не входит, это указано прямо.

Доступ для экспертизы: дистрибутив и демонстрационный экземпляр

Дистрибутив версии 1.0.0 для самостоятельного развёртывания:

<https://turbinecare.ru/dist/turbinecare-1.0.0.tar.gz> (SHA-256 b914262eeb6eb93ab61681a88f1c7d9e093e98512516db025241e3bbf1b61da7); порядок установки — «Инструкция по установке», раздел 11. Демонстрационный экземпляр развёрнут по адресу <https://demo.turbinecare.ru> (сборка 1.0.0, демонстрационный набор телеметрии). Учётные записи для экспертной проверки предоставляются оператору реестра в составе заявления и по запросу заказчиков — на info@intebrix.ru; на сайте они не публикуются.

Часть I. Руководство пользователя

1. Вход в систему и роли

1.1. Вход

Комплекс открывается в браузере по адресу, выданному администратором. Без входа доступна только страница входа: все прочие страницы, включая справку по программным интерфейсам и экран «О программе», требуют учётной записи.

На странице входа доступны:

1. Вход по адресу электронной почты и паролю.
2. Вход через корпоративную службу каталогов или единую точку входа (LDAP, OIDC) — кнопки появляются только тогда, когда такие способы настроены администратором.

1.2. Ограничение подбора пароля и смена пароля

Неверные пароли считаются по учётной записи и хранятся в базе, поэтому счётчик переживает перезапуск. Первые пять неудач подряд проходят без задержки, далее задержка удваивается: 5 неудач — 1 минута, 6 — 2 минуты, 7 — 4 минуты и так далее, но не более 30 минут. Счётчик обнуляется через сутки без неудач. Важно для смены: задержка останавливает только **неверный** пароль — при правильном пароле вход разрешается независимо от неё, доступ к системе в нештатной ситуации не блокируется.

Если администратор потребовал сменить пароль, комплекс сам переводит на страницу смены пароля и не выпускает с неё до смены. Сменить пароль по своей воле можно в любой момент в разделе «Профиль».

1.3. Роли

Роль	Что может
VIEWER (наблюдатель)	Просмотр всех разделов данных. Раздел «Настройки» не отображается; записи в журнал ТО и события не добавляются
ENGINEER (инженер)	Всё, что видит наблюдатель, плюс раздел «Настройки», ведение журнала ТО/событий, снятие тревог
ADMIN (администратор)	Всё, что может инженер, плюс управление организациями, пользователями, лицензиями (только на экземпляре центра) и просмотр журнала действий

Дополнительно в модели данных предусмотрены роли центра удалённого мониторинга (OPERATOR_ANALYST, OPERATOR_ADMIN). Они действуют над организациями и на экземпляре, установленном на объекте, недоступны.

2. Устройство рабочего экрана

2.1. Верхняя панель

Присутствует на всех страницах и содержит:

- наименование комплекса — ссылка на список машин;
- подсказку о поиске и вызов строки поиска по сочетанию клавиш;
- признак источника данных: «LIVE» (данные поступают), «SIM ► / SIM II» (работает встроенный имитатор) либо одна из подписей молчания — они разобраны в разделе 9. Если источник не настроен, признак не выводится;
- признак состояния подключения по OPC UA и признак того, чем считаются показатели (расчётная служба либо встроенный расчёт);
- хлебные крошки — путь до текущей страницы.

Номер версии комплекса выводится в нижнем колонтитуле каждой страницы.

2.2. Стартовый экран: список машин

После входа открывается перечень газотурбинных установок организации. По каждой машине выводится плитка с состоянием (зелёное «Норма», жёлтое «Переходная», красное «Плохо»), индексом состояния и ключевыми показателями. Над перечнем — счётчики зелёных, жёлтых и красных машин и средние по парку значения $\Delta B_{прив}$ и $dP_{порт}$.

Из шапки перечня доступны: «Сравнение ГТУ» (сопоставление машин парка), «Профиль», «О программе», выход; на экземпляре центра удалённого мониторинга — ещё «Лицензия» (на экземпляре объекта этой страницы нет, лицензия ему не нужна).

Администратор на этом же месте видит перечень организаций и переходит к машинам через организацию.

2.3. Экран машины

Открывается по щелчку на плитке машины. Состоит из:

- **боковой панели разделов** слева (на узких экранах — горизонтальной полосы разделов сверху). Семнадцать разделов собраны в четыре группы: «Смена», «Тракт», «Экономика и ТО», «Справка и настройки»; раскрыта та группа, в которой находится открытый раздел. Возле раздела, где есть отклонения, выводится значок с их числом: красный — критические, жёлтый — предупреждения;
- **полосы отклонений** над содержимым: суммарное число критических и предупреждающих отклонений и метки разделов, в которых они возникли; щелчок по метке открывает соответствующий раздел;
- **схемы тракта** — мнемосхемы установки с подписанными узлами. Схема видна в разделах данных («Главная», «Окружающая среда», «Впуск», «Фильтры и ДР», «Компрессор и ВНА», «Топливо», «Мощность», «Выхлоп и КУ», «Конденсатор»,

«Индекс состояния», «Экономика»), сворачивается щелчком по заголовку «Схема тракта», и выбор запоминается;

- **верхней полосы над содержимым** со ссылками на смежные страницы: «Карта уставок», «Журнал ТО», «Журнал действий» (только администратору), меню «Документы» и колокольчик уведомлений;
- **выбора периода** справа от заголовка раздела — одного на все разделы (см. раздел 3);
- **панели инструментов** рядом с ним: «Экспорт», «Ссылка», «События»;
- **содержимого раздела.**

2.4. Клавиши и поиск

Действие	Клавиши
Предыдущий/следующий раздел	← и →
Раздел по номеру внутри открытой группы	1 ... 9
Строка поиска по страницам, разделам и показателям	Ctrl+K (в macOS — Cmd+K)

Клавиши не срабатывают, когда курсор стоит в поле ввода, и не перехватываются при нажатых Ctrl, Alt или Cmd.

Порядок разделов задан комплексом и пользователем не меняется: он одинаков на всех рабочих местах, поэтому указание «третий раздел в группе „Тракт“» означает для сменного персонала одно и то же. Набор графиков на «Главной» и сохранённые наборы фильтров хранятся в браузере пользователя отдельно по каждой машине.

3. Выбор машины и периода

Машина выбирается на стартовом экране; вернуться к перечню можно кнопкой «Флот» в левом верхнем углу экрана машины или по наименованию комплекса в шапке.

Период выбирается один раз и действует на все разделы машины сразу: плитки, графики, сводка смены, журнал тревог и выгрузка показывают одно и то же окно. Выбор стоит справа от заголовка раздела.

Готовые окна:

Кнопка	Окно
Смена	12 часов
Сутки	24 часа
Неделя	7 суток
Месяц	30 суток

Готовое окно упирается не в текущее время, а в **последние данные машины**: чип рядом с кнопками показывает якорь («до 16.06.2024 23:59»). Это сделано ради работы с

выгрузками и остановленной машиной — сутки от «сейчас» дали бы пустой экран. Стрелки < и > сдвигают окно назад и вперёд ровно на его длину; влево окно не уходит дальше первых данных машины.

Своё окно задаётся двумя полями «с» и «по» (дата и время). «Месяц» — это 30 суток, а не календарный месяц; иначе шаг < > гулял бы от 28 до 31 суток.

Период записан в адресе страницы параметром `range: shift, day, week, month` либо две метки времени через запятую. Вместе с параметром `tab` (раздел) он полностью задаёт состояние экрана — такую ссылку выдаёт кнопка «Ссылка», копирующая текущее состояние в буфер обмена. Умолчание — «Сутки»; в этом случае параметр в адрес не подставляется.

Отдельно от общего периода остаются: **полоса под графиком** (появляется, когда точек больше тридцати, и растягивает видимый участок, не меняя запрошенных данных) и **поля «Диапазон»** в разделе «Аналитика», где у каждой панели конструктора свой диапазон дат.

Строка состояния под заголовком показывает число точек, охваченный интервал и время последнего обновления («только что», «N сек назад», «N мин назад»).

Частота автоматического обновления задаётся в разделе «Настройки»: выключено, 5, 15, 30 секунд или 1 минута. При поступлении живых данных обновление включается независимо от этой настройки.

4. Разделы рабочего экрана

Разделов семнадцать, и они собраны в четыре группы. Группа отвечает на вопрос «зачем я сюда зашёл»: начать смену, разобраться по тракту, посчитать деньги и работы, свериться со справкой.

Группа	Разделы
Смена	Главная, Выводы, Индекс состояния
Тракт	Окружающая среда, Впуск, Фильтры и ДР, Компрессор и ВНА, Топливо, Мощность, Выхлоп и КУ, Конденсатор, Вибрация
Экономика и ТО	Экономика, ТО и события, Аналитика
Справка и настройки	Справочник, Настройки

Раздел «Настройки» виден только администратору и инженеру. Разделы, состав которых зависит от машины, — «Выхлоп и КУ», «Конденсатор», «Вибрация» — в меню не показываются, если по описанию машины нет парового контура и в перечне сигналов и в данных за период нет ни одного их показателя. Перечень скрытых разделов с причиной по каждому лежит в разделе «Справочник» — карточка «Скрытые разделы» в его начале; та же карточка продублирована в «Настройках». Раздел появляется сам, как только

соответствующие сигналы начинают поступать. Если ссылка вела в скрытый раздел, открывается «Главная» с пояснением, почему.

Порядок разделов и состав групп фиксированы: одинаковое меню на всех рабочих местах — условие того, чтобы устные указания сменного персонала понимались однозначно.

4.1. Главная

Первым блоком идёт **сводка смены** — то, с чего начинается приём смены. Она собирается за выбранный период и состоит из пяти частей:

1. строка состояния машины;
2. «Горит» — незакрытые тревоги (первые пять, остальные раскрываются кнопкой);
3. «Изменилось» — показатели, заметно уехавшие за период, со значениями до и после;
4. «Требуется решения» — рекомендации, по которым ещё не принято решение;
5. «Сделано» — записи журнала ТО за период.

У каждой части своё пустое состояние, и «тревог не было» отличается от «тревоги ещё не собирались».

Ниже — плитки ключевых показателей на момент последних данных, **журнал тревог** (раздел 6), общий график по Вприв и dP_{порт} и конструктор: выбрав раздел и готовый набор показателей (либо от одного до четырёх показателей вручную), можно добавить свой график на «Главную». Набор сохраняется в браузере.

4.2. Выводы

Разбор текущего состояния словами: что происходит, чем это вызвано, что делать и чего это стоит. Выводы строятся по сигналам и рекомендациям, цепочкам «симптом → гипотеза → действие → эффект», денежной оценке потерь, индексу состояния, трендам деградации, точкам разладки и оценке аномальности.

Языковой модели в комплексе нет. Раздел работает на детерминированных экспертных правилах: пороги, сравнения, сортировки и шаблоны фраз. Один и тот же вход всегда даёт один и тот же текст, объяснимый по правилу. Наружу раздел не обращается — ни к внешним службам, ни к ключам доступа, — поэтому работает в изолированном контуре объекта.

4.3. Справочник

Перечень всех показателей комплекса с поиском по наименованию, единице измерения, описанию и расчёту. По каждому показателю указаны узлы тракта, на которые он влияет, эффект, влияние и формула расчёта. Те же описания подставляются в подсказки «i» на графиках.

4.4. Разделы тракта

Восемь разделов группы «Тракт» — «Окружающая среда», «Впуск», «Фильтры и ДР», «Компрессор и ВНА», «Топливо», «Мощность», «Выхлоп и КУ», «Конденсатор» —

устроены одинаково и читаются одним приёмом. Сверху — карточка «Рекомендации» (появляется, когда есть что рекомендовать), в разделах, где потери считаются в деньгах, — карточка «Экономический эффект». Далее «Выбранная метрика»: щелчок по плитке показателя разворачивает его отдельным графиком с зонами и отсечками событий. Ниже — карточки-группы показателей раздела и карточка «Прогноз». Все карточки сворачиваются, у каждой есть поясняющая подсказка.

Раздел	Что показывает и зачем
Окружающая среда	Погода и психрометрия: плотность воздуха, точка росы, температура по мокрому термометру. Объясняет, почему показатели меняются при неизменной нагрузке
Впуск	Воздух на входе компрессора, индексы рисков конденсации и обледенения; разбор КВОУ по ступеням и потери от конденсации и обледенения
Фильтры и ДР	Суммарный перепад давления и его нормировки, перепады по ступеням очистки, доли вкладов ступеней. Основной признак загрязнения впускного тракта
Компрессор и ВНА	Степень сжатия, политропный и изоэнтروпийный КПД, удельная работа, положение ВНА. По ним видна деградация проточной части и эффект мойки
Топливо	Расходы топлива, доля пилотного газа, параметры газового тракта, упущенная выгода из-за перерасхода
Мощность	Активная мощность, частота, приведённая мощность, сетевые величины, недовыработка в денежном выражении
Выхлоп и КУ	Температура и давление дымовых газов на входе в котёл-утилизатор, если такие сигналы поступают
Конденсатор	Давление, температура и температура насыщения в конденсаторе — для парового контура

4.5. Вибрация

Интегральные уровни вибрации подшипниковых опор по осям: выбранный канал, плитки по опорам, все каналы на одном графике. Состав раздела определяют поступающие сигналы — показываются только те каналы, что отдаёт штатная АСУ ТП. Если каналов нет, раздел прямо сообщает об этом и поясняет причину.

По интегральному уровню причину отклонения (дисбаланс, расцентровку, задевание) различить нельзя — для этого нужны спектр и фаза, которых в выгрузке нет.

4.6. Экономика

Денежная оценка потерь по подсистемам (фильтры, компрессор, топливо, мощность, конденсатор) в рублях в сутки, столбчатая диаграмма вкладов с итогом, динамика потерь по месяцам, детализация по подсистемам и накопительные показатели. Здесь же правятся тарифы и коэффициенты — числа пересчитываются без перезагрузки страницы.

4.7. ТО и события

Журнал работ и событий по машине; открывается и по ссылке «Журнал ТО» в верхней полосе экрана. Возможности:

- добавление записи: тип работы, дата и время, наименование;
- фильтр по типу и поиск по тексту;
- подсказки автоопределения: система сама предлагает события, замеченные по изменению показателей, с указанием показателя, значений до и после и степени уверенности; подсказку можно подтвердить (тогда она станет записью журнала) или скрыть;
- плановый календарь ТО;
- карточка выбранного события с контекстом по ключевым показателям.

Записи журнала выводятся вертикальными отсечками на всех графиках — так виден эффект работы «до и после». Наблюдателю добавление записей недоступно.

4.8. Аналитика

Конструктор графиков: панели с произвольным набором показателей и собственным диапазоном дат. По каждой панели доступны статистика (минимум, максимум, среднее, последнее значение, число точек) и коридорный анализ с разделителями и линиями тренда.

4.9. Индекс состояния

Интегральный индекс состояния 0–100 и его разбор:

- индекс, базовая часть (только по показателям) и штрафы за сигналы и экономику;
- состояние подсистем и деградация узлов относительно заводских ориентиров;
- профиль износа, тренды деградации, предупреждения о деградации;
- прогноз остаточного ресурса (таблица TTF);
- сигналы системы (журнал тревог один и открывается по ссылке отсюда — он находится на «Главной»);
- разбор причин, кросс-системные рекомендации, обнаружение изменения тренда (CUSUM) и матрица связей показателей.

4.10. Настройки

Инженерные параметры расчёта: нормы и веса подсистем, стратегия расчёта базовой линии, штрафные коэффициенты, тарифы, частота обновления данных, политика хранения, звуковое оповещение о критических тревогах, сброс накопителей, ссылка на карту уставок машины. Раздел доступен администратору и инженеру; наблюдатель его не видит.

5. Чтение графиков, зон нормы и отклонений

Карточка графика устроена одинаково во всех разделах.

Линии. При нескольких показателях на одном графике каждый включается и выключается кнопкой с его наименованием. Если выключены все, карточка об этом предупреждает. Единица измерения выводится у оси ординат, когда она одна для всех линий.

Зоны. Зоны выводятся для графика с одним показателем. Жёлтая заливка — предупредительная зона, красная — аварийная; границы обозначены пунктиром с подписями «Жёлтый» и «Красный». Расположение зон зависит от направления показателя: у величин, где плохо большое значение (например, перепад давления на фильтрах), зоны лежат сверху; у величин, где плохо малое (например, КПД), — снизу. Значение внутри зелёной области — норма, в жёлтой — отклонение, требующее внимания, в красной — отклонение, требующее действий.

События. Кнопка «События» включает и выключает вертикальные отсечки записей журнала ТО и тревог; кнопка «Метки» добавляет подписи над отсечками. Цвет отсечки соответствует типу события, легенда со счётчиками — под заголовком. При выборе события вокруг него подсвечиваются окна «до» и «после».

Прогноз. В разделах данных прогноз выводится отдельной карточкой. Рядом с прогнозом стоит признак точности, снятый на отложенной выборке (модель училась на начале ряда и проверялась на его хвосте): «высокая», «хорошая», «умеренная», «низкая» либо «точность не оценена». Указывается и метод: модель, тренд или удержание последнего значения. Если прогноз не рассчитан, карточка сообщает, что он строится по мере накопления данных; если для показателей раздела прогноз не строится — что модель работает по величинам, для которых заданы пороги.

Пустой график. Если в выбранном диапазоне точек нет, под графиком выводится «Нет данных в диапазоне».

6. Тревоги и их снятие

6.1. Как тревога появляется

Тревога заводится расчётной частью, когда значение показателя выходит за уровень карты уставок. Коридор **двусторонний**: у каждой уставки до четырёх уровней — нижний аварийный, нижний предупредительный, верхний предупредительный, верхний аварийный. Любой из четырёх может быть не задан: у перепада давления на фильтрах осмысленна только верхняя сторона, у КПД — только нижняя, у приведённой мощности плохи обе. В тексте тревоги указано, какая сторона нарушена.

Чтобы отклонение, колеблющееся у самой границы, не мигало, работают два механизма:

- **зона нечувствительности** — тревога снимается автоматически не на самой границе, а после возврата вглубь нормы на заданную величину; если величина не задана, берётся четверть расстояния между уровнями той же стороны;
- **гистерезис** — сигнал удерживается, пока показатель не задержится в новом состоянии.

Уровни берутся из карты уставок машины (раздел 10), а не назначаются произвольно: у каждого значения указан источник.

6.2. Где тревога видна

Место	Что показывает
Значок у раздела	Число отклонений в разделе; красный — есть критические
Полоса над содержимым	Суммарное число критических и предупреждений и метки затронутых разделов
Всплывающее сообщение	Появляется при новой тревоге; повтор по одному и тому же показателю и уровню не чаще одного раза в 30 секунд
Колокольчик	История тревог за сутки, счётчик непрочитанных, отметка «прочитано» по одной и по всем
Звук	Включается в разделе «Настройки», срабатывает на критические тревоги
«Журнал тревог» на «Главной»	Полный перечень за период с фильтрами «Все», «Аварии», «Предупреждения» и флажком «Показывать снятые». Здесь же тревога снимается и возвращается в работу

Журнал тревог **один** — на «Главной». В разделе «Индекс состояния» на его месте стоит ссылка: два перечня с разными действиями расходились бы между собой, и дежурный не знал бы, который из них полный.

6.3. Как снять тревогу

Снятие возможно только с указанием основания — молчаливое снятие система не принимает. В журнале тревог у активной тревоги нажимается снятие и выбирается один из двух вариантов:

1. **Выполнена работа.** Выбирается вид работы (замена фильтрующих элементов, промывка фильтров КВОУ, промывка проточной части компрессора, обслуживание входного тракта, осмотр, проверка или настройка датчика, иная работа) и, при необходимости, наименование. Комплекс создаёт запись в журнале ТО и связывает её с тревогой.
2. **Причина текстом.** Указывается основание, когда работа не выполнялась (ложное срабатывание, режимный переход и т. п.).

В обоих случаях сохраняются время снятия и учётная запись снявшего.

Возврат в работу. Снятую тревогу можно вернуть в активные — например, когда основание снятия оказалось неверным (работа не помогла, отклонение вернулось). Кнопка возврата стоит в той же строке журнала.

Тревога снимается и автоматически, когда показатель возвращается в норму глубже зоны нечувствительности. Снятые тревоги не исчезают — они видны по флажку «Показывать снятые», а снятие с указанием выполненной работы остаётся связкой «тревога → работа → эффект» в журнале ТО.

Снятие и возврат доступны инженеру и администратору; наблюдатель журнал только читает.

7. Журнал событий

Журнал событий ведётся в разделе «ТО и события» экрана машины. Записи фильтруются по типу и тексту. Типы записей: замена фильтров, мойка фильтров, мойка компрессора, мойка впуска, осмотр/диагностика, калибровка датчиков, аварийный останов, авария/сигнал, заметка, другое.

Заявок на работы (заказ услуг и запчастей у поставщика) в комплексе нет: взаимодействие с сервисной организацией ведётся вне системы.

8. Отчёты и выгрузка

8.1. Фактически поддерживаемые форматы

Что выгружается	Откуда	Форматы
Ряд показателей за выбранный период	Кнопка «Экспорт» на экране машины	XLSX (книга Excel), CSV, JSON
Данные одного графика	Кнопка «↓ CSV» в карточке графика	CSV
Отчёт по состоянию машины за выбранный период (без выбора — 30 суток)	Меню «Документы» в верхней полосе экрана машины	PDF
Журнал ТО и событий	Раздел «ТО и события», «Экспорт JSON»	JSON (в буфер обмена)
Собственные данные пользователя	Программный интерфейс профиля	JSON

Иных форматов выгрузки в поставке нет.

8.2. Выгрузка ряда показателей

Кнопка «Экспорт» открывает выбор из трёх форматов:

- **Excel (.xlsx)** — книга с листами «Данные» и «О выгрузке». Заголовок закреплён, включён автофильтр, числа лежат числами, даты — датами в формате ДД.ММ.ГГГГ ЧЧ:ММ, поэтому формулы Excel работают сразу.
- **CSV** — разделитель «;», десятичный разделитель — запятая, метка порядка байтов в начале файла; открывается двойным щелчком в русской версии Excel.
- **JSON** — для передачи в другие системы.

В файл попадают **все** данные за выбранный период в исходном разрешении, а не только точки, показанные на графике. Лист и раздел «О выгрузке» содержат обозначение и наименование машины, модель, размещение, организацию, границы периода, время формирования, версию комплекса и источник данных (рассчитанные показатели либо телеметрия). Имя файла собирается из наименования машины и дат периода.

Кнопка недоступна, когда на экране нет ни одной строки данных. Число выгрузок ограничено десятью в минуту на пользователя.

8.3. Отчёт в PDF

Отчёт формируется за выбранный период (по умолчанию — 30 суток до последних данных) и содержит индекс состояния, состояние подсистем, ключевые показатели, перечень тревог за период и рекомендации. Если данных для оценки состояния нет, индекс в отчёте не подставляется числом. Отчёт открывается из меню «Документы» в верхней полосе экрана машины за выбранный период и доступен всем ролям, имеющим доступ к машине.

9. Что делать, если данных нет

Одна подпись «данных нет N мин» дежурному не помогает: за молчанием стоят разные неисправности с разными действиями. Поэтому признак в шапке различает причину, а подсказка при наведении говорит, что делать.

Что в шапке	Что это значит	Что делать
«сбор остановлен N»	Процесс сбора не отвечает: отметка жизни устарела, точки от АСУ ТП не принимаются	Сообщить администратору: перезапускается служба сбора
«АСУ ТП молчит N»	Сбор работает, но точки от АСУ ТП не приходят	Сообщить администратору: связь с сервером OPC UA и состояние подключения проверяются на экране приёма данных, доступном роли ADMIN
«данных нет N»	Данные шли и перестали, а отметок жизни сбора нет: источником был другой механизм (имитатор или приём по программному интерфейсу)	Выяснить, кто подавал данные

Что в шапке	Что это значит	Что делать
«исторический набор»	На экране архив: загруженная выгрузка или стенд, а не показания машины. Имитатор выключен, сбор не ведётся	Действий не требуется: это не отказ, и красная шапка здесь была бы неправдой
«нет связи с сервером»	Браузер не получает ответ от сервера комплекса	Проверить сеть до сервера

Отдельно показывается **расчётная служба**. Если она недоступна, показатели считаются встроенным расчётом и остаются верными, но коридоры нормы, оценка аномальности и прогноз не обновляются. Об этом сказано прямо в интерфейсе.

Прочие состояния:

Что видно	Что это значит	Что делать
«SIM ► / SIM II»	Работает встроенный имитатор, а не машина	Признак выводится всегда, даже когда данные идут
В шапке нет признака вовсе	Источник данных не настроен	Обратиться к администратору
«Загрузка данных...»	Запрос выполняется	Дождаться
«Ошибка загрузки: ...»	Запрос не выполнен	Повторить позднее; при повторении обратиться к администратору
«Нет данных в диапазоне» под графиком	В выбранном периоде точек нет	Расширить период
«Тревог за период нет. Все показатели в допустимых пределах»	Тревог нет	Действий не требуется
«Каналы вибрации не поступают»	Датчики не выведены в систему сбора либо теги станции не сопоставлены внутренним именам	Сопоставление тегов выполняет администратор
«Прогноз ещё не рассчитан»	Данных пока недостаточно	Прогноз появится по мере накопления

Признак поступления данных считается по времени **поступления**, а не по метке времени точки. Поэтому при работе с историческими выгрузками признак не показывает ложную остановку, а остановившийся сбор на свежих данных не выглядит живым.

10. Дополнительные страницы

Страница	Назначение
«Сравнение ГТУ»	Сопоставление машин парка и тепловая карта деградации
«Карта уставок»	Перечень контролируемых параметров, четыре уровня коридора по каждому, зона нечувствительности, источник и состояние согласования каждого значения; ниже — эталонный период статистической нормы. Открывается ссылкой «Карта уставок» в верхней полосе экрана машины и из раздела «Настройки»
«Профиль»	Имя пользователя, смена пароля
«Лицензия»	Сведения о подписке и внесение файла лицензии — только на экземпляре центра удалённого мониторинга; на экземпляре объекта страницы нет
«О программе»	Наименование, версия, правообладатель, перечень сторонних компонентов и их лицензий
«Описание программно-интерфейса»	Спецификация OpenAPI: перечень и параметры программных интерфейсов комплекса. Открывается только администратору

10.1. Карта уставок и эталонный период

Карта уставок — согласуемый документ, а не набор чисел в настройках. Пороговые значения не назначаются исполнителем произвольно: у каждой строки указан источник.

Строка карты содержит наименование показателя, единицу измерения, четыре уровня по возрастанию (нижний аварийный, нижний предупредительный, верхний предупредительный, верхний аварийный), зону нечувствительности, источник и состояние согласования.

Источник значения

Паспортные данные оборудования
Эксплуатационная документация ГТУ
Действующая уставка штатной САУ
Эталон чистого состояния по результатам ПНР
Расчёт по методике
Значение, назначенное Заказчиком

Состояния согласования: «Проект», «На согласовании», «Согласовано Заказчиком». Наверху страницы — строка сводки: сколько уставок действительно управляет сигнализацией и сколько из них ещё не согласовано. Карта действует независимо от состояния согласования, иначе систему нельзя было бы настроить до подписания, — поэтому расхождение «работает, но не согласовано» видно сразу, а не всплывает на

приёмке. Строка карты становится действующей уставкой, только когда задан хотя бы один из четырёх уровней; строка без уровней — это заготовка документа.

Эталонный период — блок «Норма по статистике» под картой. Статистические полки (жёлтая и красная зоны по квантилям) считаются один раз по выбранному периоду и не пересчитываются непрерывно: иначе деградация постепенно становилась бы новой нормой и сигнализация переставала бы её замечать. Пересчёт происходит только по двум поводам: **событие ТО** (мойка компрессора, замена или мойка фильтров, мойка КВОУ) и **команда инженера** — форма «Зафиксировать норму по периоду» с полями «с», «по» и примечанием.

По действующему периоду выводятся: границы, чем вызван (первичная норма, событие ТО, команда инженера), состояние («не рассчитан», «рассчитан», «не удался», «заменён»), время расчёта, число точек и примечание. Если эталонный период не зафиксирован, страница прямо сообщает: статистических полок у машины нет, сигнализация работает только по карте уставок и нормативам.

Часть II. Руководство администратора

1. Состав установки

Комплекс разворачивается набором служб, описанным в `docker-compose.prod.yml`.

Служба	Назначение
web	Веб-приложение (Next.js), программный интерфейс, разделы мониторинга
collector	Отдельный процесс сбора данных с АСУ ТП; веб-процесс сбор не ведёт
python-calc	Расчётная служба (Python, FastAPI): пороговые зоны, прогноз, термодинамика
ops	Одноразовые операции: миграции, применение описания станции, заведение администратора, пересчёт
nginx	Единственный вход снаружи, завершение TLS, порты 80/443
db-backup	Периодическое снятие дампа базы

Система управления базами данных в поставку не входит. Штатный режим — внешняя СУБД заказчика: подключение задаётся одной строкой соединения `DATABASE_URL`, резервное копирование и восстановление в этом случае ведёт заказчик своими средствами. Для стенда и малой установки, где своей СУБД нет, база поднимается дополнительным файлом `docker-compose.db.yml`; тогда `COMPOSE_FILE` перечисляет оба файла.

Отдельного шаблона развёртывания «для клиента» нет: поставка описывается двумя файлами — `docker-compose.prod.yml` и, по необходимости, `docker-compose.db.yml`.

Порядок первого запуска:

1. заполнить `.env` по образцу `.env.example` из дистрибутива (или доверить это мастеру `scripts/setup-wizard.sh`);
2. загрузить образы из дистрибутива (`for f in images/*.tar; do docker load < "$f"; done`) и запустить состав: `docker compose up -d` — файлы развёртывания перечислены в `COMPOSE_FILE` из `.env`; миграции служба `ops` применяет при старте сама;
3. завести администратора (п. 4.1);
4. войти под ним, сменить временный пароль и открыть `/admin/ingestion` — экран приёма данных, с которого ведётся пусконаладка (п. 6.5).

Станция заводится из описания (`config/station_config.yaml`, применяется образом обслуживания — п. 7), уставки согласует заказчик в интерфейсе, первый администратор — `scripts/ops/create-admin.cjs` через образ обслуживания (п. 4.1).

Демонстрационные данные в поставку не входят и на рабочей установке не применяются (профиль `seed` в файле развёртывания — это служба пересчёта показателей, а не демонстрационный набор).

2. Роль экземпляра: объект и центр удалённого мониторинга

Один код разворачивается двумя способами; способ задаёт переменная `INSTANCE_ROLE` (`src/lib/instanceRole.ts`).

2.1. Две независимые оси

Переменная	Отвечает на вопрос	Значения
<code>DEPLOYMENT_MODE</code>	какова связность площадки	<code>on-prem-connected</code> , <code>on-prem-isolated</code> (значение <code>cloud</code> в коде оставлено для совместимости и в поставке не применяется: облачного размещения силами правообладателя нет)
<code>INSTANCE_ROLE</code>	что этот экземпляр делает	<code>object</code> , <code>operator</code>

Оси независимы: центр обычно стоит с доступом в сеть, объект — чаще в изолированном контуре, но это обыкновение, а не правило.

2.2. Значения

object — экземпляр в периметре станции: принимает телеметрию, считает, выгружает наружу согласованный состав показателей.

operator — экземпляр у обслуживающей организации: не считает ничего, показывает присланное, ведёт запросы исходных данных и акты передачи.

Умолчание — **object**; нераспознанное значение трактуется так же. Выбор осознанный: ошибка развёртывания в эту сторону всего лишь не откроет кабинет центра, обратная поставила бы приёмник чужих пакетов внутрь периметра станции.

Признак задан переменной окружения, а не полем в базе: экземпляры физически разные — разные машины, периметры, базы. Поле в базе означало бы, что экземпляр меняет роль на ходу, а вместе с ней расчётное ядро оказывается там, где ему быть нельзя.

2.3. Возможности по ролям экземпляра

Возможность	object	operator
Приём телеметрии (<code>telemetry_ingest</code>)	да	нет
Расчёт показателей и прогнозов (<code>compute</code>)	да	нет
Настройка и выполнение выгрузки (<code>export_publish</code>)	да	нет
Приём пакетов от объектов (<code>export_receive</code>)	нет	да
Сводка по обслуживаемым объектам (<code>fleet_overview</code>)	нет	да
Создание запросов исходных данных (<code>data_request_create</code>)	нет	да
Утверждение запросов и сборка пакетов (<code>data_request_approve</code>)	да	нет
Реестр передач (<code>transfer_registry</code>)	да	да

Ограничение действует на сервере, а не в оформлении интерфейса: предусмотрены `assertObjectOnly()`, `assertOperatorOnly()`, `assertCapability()`. При обращении к разделу, недоступному текущей роли экземпляра, возвращается **404**, а не 403: само наличие раздела на чужом экземпляре — сведение об устройстве установки.

2.4. Что входит в выпуск 1.0.0

Реализовано: роль экземпляра и разбор её значения, перечень возможностей и заслоны, роли `OPERATOR_ANALYST` и `OPERATOR_ADMIN` в схеме, модели `ExportProfile`, `ExportBatch`, `RemoteSite`, `RemoteSnapshot`, `DataRequest`, `TransferAct`, `TransferRegistryEntry`, миграция `20260902180000_remote_monitoring`. В работе заслон применён к `POST /api/ingestion/push`: на экземпляре центра он отвечает 404.

Не входит в поставку версии 1.0.0 (поставляется последующими выпусками): сборщик и отправитель пакетов, приёмник на стороне центра, экраны запросов, актов и реестра передач, кабинет центра. До их выпуска развёртывание с `INSTANCE_ROLE=operator` самостоятельного применения не имеет.

3. Роли пользователей и разграничение прав

3.1. Перечень ролей

Роль	Назначение
ADMIN	Пользователи, оборудование, источники данных, лицензия, журнал аудита
ENGINEER	Инженерные настройки, уставки, загрузка файлов телеметрии, журнал ТО
VIEWER	Просмотр без изменений
OPERATOR_ANALYST	Роль центра: сводка по закреплённым объектам
OPERATOR_ADMIN	Роль центра: дополнительно состав объектов и перечень подписантов

Роли центра действуют над организациями и на экземпляре объекта неприменимы. В выпуске 1.0.0 назначить их поставляемыми средствами нельзя: обработчики заведения пользователя и приглашений принимают только ADMIN, ENGINEER, VIEWER. Роли OPERATOR_* присутствуют в схеме как основание для волн 2–4.

3.2. Порядок проверки

Проверка собрана в `src/lib/api/authGuard.ts` и `src/lib/licenseGuard.ts` и выполняется в три шага:

1. **Сеанс и лицензия.** Нет сеанса — 401. На экземпляре центра дополнительно: лицензия неактивна — 403 с признаком `LICENSE_INACTIVE`; превышено число одновременных сеансов — 403 с признаком `SESSION_LIMIT`. На экземпляре объекта проверка лицензии не выполняется вовсе (раздел 9.1).
2. **Принадлежность организации.** Машина должна принадлежать организации обратившегося: роль администратора принадлежности не гарантирует, администраторы есть у каждой организации.
3. **Минимальная роль.** VIEWER < ENGINEER < ADMIN; несоответствие — 403.

Роль ADMIN проходит проверку лицензии наравне со всеми.

3.3. Закрепление операций

Операция	Минимальная роль
Пользователи, приглашения, организации, оборудование (<code>/api/admin/*</code>)	ADMIN
Настройка и управление сбором OPC UA, доверие сертификатам АСУ ТП	ADMIN
Источники данных, сопоставление тегов, перечень сигналов	ADMIN
Лицензии: выдача, подпись, загрузка файла ключа, выгрузка	ADMIN

Операция	Минимальная роль
Журнал аудита, чистка журнала и данных по сроку хранения	ADMIN
Инженерные настройки машины, изменение уставок, фиксация эталонного периода, загрузка файла телеметрии	ENGINEER
Журнал ТО, снятие и возврат тревог	ENGINEER
Отправка оповещения	не VIEWER
Экран описания программного интерфейса /docs	ADMIN
Сама спецификация /api/docs	вход в систему (либо DOCS_PUBLIC=1)
Просмотр разделов, рядов, тревог, уставок	доступ к машине

4. Пользователи

4.1. Первый администратор

```
docker compose run --rm ops \
  node scripts/ops/create-admin.cjs --email you@example.ru --org "A0
  Станция"
```

Ключи: `--name`, `--org` (создать организацию, если база пуста), `--org-slug` (выбрать существующую из нескольких), `--password` (не рекомендуется — попадёт в историю оболочки и в список процессов), `--force`, `--quiet`.

Пароль генерируется случайно, 20 знаков, и выводится ровно один раз: в базе хранится только хеш. Учётной записи проставляется признак `mustChangePassword`, и до смены временного пароля пользователь не допускается ни в один раздел — проверка стоит в `src/middleware.ts`, поэтому обойти экран смены пароля набором адреса вручную нельзя. Единой учётной записи «по умолчанию» в поставке нет.

4.2. Заведение пользователей, роли и сброс пароля

Всё ведение учётных записей — экран `/admin/users`, роль ADMIN.

Действие	Как
Завести пользователя	POST /api/admin/users: обязательны почта и пароль, роль по умолчанию VIEWER
Изменить роль	Там же. Собственную роль изменить нельзя: понизивший себя администратор остался бы без доступа к этому экрану
Сбросить пароль	Кнопка «Сбросить пароль» в строке пользователя → подтверждение «Выдать новый пароль? Прежний перестанет действовать» → временный пароль показывается один раз и копируется в буфер
Пригласить по ссылке	POST /api/admin/invites — одноразовая ссылка /invite/<токен> со сроком 7 суток; повторное использование исключено

Выданный администратором пароль всегда сопровождается признаком `mustChangePassword`: пароль знает не только пользователь — его видел администратор, поэтому при первом входе комплекс требует смены и до неё не пропускает ни в один раздел. Приглашённый по ссылке задаёт имя и пароль сам и получает роль и организацию из приглашения.

На экземпляре объекта число пользователей и машин не ограничено: лицензии там нет (раздел 9). Ограничения `maxUsers` и `maxTurbines` действуют на экземпляре центра удалённого мониторинга.

4.3. Пароли и защита от подбора

Минимальная длина пароля — 10 знаков; хранится только хеш (bcrypt). Пять неудачных попыток подряд проходят без задержки, далее задержка удваивается от 1 минуты до предела в 30 минут и затухает за сутки без ошибок. **Верный пароль принимается всегда**, независимо от задержки: иначе подбор от чужого имени запырал бы оператора.

Частота обращений ограничена: вход — 10 попыток за 15 минут с адреса, активация лицензии — 5 за час, смена пароля и приём приглашения — 10 за 15 минут.

5. Вход через корпоративный каталог

Настраивается администратором. Настройки — модель `SsoConfig`, интерфейс `/api/admin/sso-config`. Тарифных ступеней в продукте нет, поэтому возможность доступна на любой установке.

Поле	Назначение
<code>type</code>	<code>ldap</code> или <code>oidc</code>
<code>displayName</code>	Подпись кнопки на экране входа
<code>serverUrl</code>	<code>ldap://ad.company.local:389</code> либо адрес поставщика учётных данных
<code>baseDN, bindDN, bindPassword, searchFilter</code>	Параметры каталога LDAP
<code>clientId, clientSecret, issuerUrl</code>	Параметры OIDC
<code>groupMapping</code>	Сопоставление групп каталога ролям продукта
<code>enabled</code>	Включение настройки

Сопоставление задаётся объектом вида `{ "Domain Admins": "ADMIN", "GTU Engineers": "ENGINEER", "*": "VIEWER" }`. Сравнение имён нечувствительно к регистру; при попадании в несколько групп берётся старшая роль (`ADMIN > ENGINEER > VIEWER`); ключ `*` задаёт значение по умолчанию, при его отсутствии — `VIEWER`.

Пароль привязки и секрет клиента хранятся зашифрованными и требуют `ENCRYPTION_KEY`; наружу выдаются замещёнными. Для LDAP предусмотрена проверка

подключения перед сохранением. Набор поставщиков кэшируется на 60 секунд и сбрасывается при изменении настройки.

Поддерживаются два типа: `ldap` и `oidc`. Значение `saml` не принимается.

6. Подключение источников данных

6.1. Виды источников

Каждый поток описывается записью `IngestionSource` с типом `opcsua`, `api_push`, `file_upload`, `db_poll` или `simulation`. Запись хранит настройку подключения, состояние (`idle`, `active`, `processing`, `error`, `completed`), последнюю принятую метку времени, число принятых точек и ход выполнения длительной загрузки. Заведение и изменение — роль `ADMIN` и принадлежность машины; выборка ограничена организацией обратившегося, так как в настройке лежат параметры доступа к системам заказчика.

6.2. OPC UA

Настройка на машину — модель `OpcUaConfig`.

Поле	Умолчание	Пояснение
<code>endpointUrl</code>	—	<code>opc.tcp://адрес:4840</code>
<code>securityMode</code>	<code>SignAndEncrypt</code>	Допустимо <code>None</code> , <code>Sign</code> , <code>SignAndEncrypt</code>
<code>securityPolicy</code>	<code>Basic256Sha256</code>	Отозванные <code>Basic128Rsa15</code> и <code>Basic256</code> не принимаются
<code>username</code> , <code>password</code>	—	Хранятся зашифрованными
<code>bufferIntervalMs</code>	5000	Периодичность сброса буфера в базу
<code>sampleIntervalMs</code>	1000	Шаг округления метки времени; он же задаёт разрешение архива
<code>enabled</code>	выключено	Признак использования настройки

Обмен без подписи и шифрования в промышленной эксплуатации запрещён. Единственное исключение — `OPCUA_ALLOW_INSECURE=1` на время пусконаладки; каждое такое подключение пишет предупреждение в журнал, и переменную следует убрать до сдачи.

Незнакомый сертификат сервера АСУ ТП молча не принимается: он попадает в подкаталог отвергнутых, а доверие подтверждает администратор через `/api/admin/opcsua-certificates` (`GET` — что отвергнуто и чему доверяем, `POST` — перенести в доверенные); действие пишется в журнал аудита. Хранилище сертификатов лежит в томе `opcsua_rki`, общем для веб-процесса и процесса сбора, и переживает обновление образа.

Управление сбором — `/api/opcua/control`, действия `connect`, `disconnect`, `restart`, роль `ADMIN`. Идентификатор машины обязателен для всех трёх: сбор ведётся по нескольким машинам, и «отключить всё» погасило бы соседнюю. Команда передаётся отдельному процессу через базу и не теряется, если тот не запущен; ответ даётся после фактического исполнения, при неответившем процессе — 503 с пометкой, что команда поставлена в очередь. Состояние подключения и признак жизни процесса публикуются в моделях `CollectorState` и `CollectorHeartbeat` и доступны через `/api/opcua/status`.

6.3. Приём по HTTP, файлы, опрос внешней базы

`POST /api/ingestion/push` принимает точки в формате JSON (`turbineId`, `points` с меткой времени и значениями тегов, признак `useTagMapping`); значение с качеством ниже достоверного передаётся расширенной формой `{"v": ..., "q": "bad"}`. Ограничения: до 10 000 точек в запросе, не более 60 запросов в минуту с одного ключа. Ключ передаётся заголовком `X-API-Key` либо `Authorization: Bearer`; в промышленной эксплуатации `INGESTION_API_KEY` обязателен. На экземпляре центра обработчик отвечает 404.

`POST /api/ingestion/upload` — табличный файл телеметрии, роль не ниже `ENGINEER`, не более 10 загрузок в минуту, предельный размер `UPLOAD_MAX_MB` (по умолчанию 150 МБ; граница определяется памятью, а не диском: разбор держит файл целиком).

Тип `db_poll` опрашивает базу заказчика: строка соединения, запрос, столбец с меткой времени, периодичность, драйвер `pg`. Водоразделом служит поле `lastPointTs` записи источника, поэтому повторный опрос не задваивает данные.

6.4. Сопоставление тегов и перечень сигналов

`TagMapping` связывает имя тега станции с внутренним именем показателя: `stationTag`, `internalName`, единица измерения, множитель `scaleFactor` (по умолчанию 1,0). Ведение — `/api/admin/tag-mapping`. Массовый ввод — `POST /api/admin/tag-mapping/import`, файл CSV с заголовком `stationTag, internalName, unit, scaleFactor`; обязательны первые два столбца, разделителем может быть запятая, точка с запятой или знак табуляции.

`SignalDefinition` задаёт по машине состав принимаемых сигналов: внутреннее имя, единица измерения, источник (`sau` — штатная САУ ГТУ, `dcs` — общестанционная АСУ ТП, `field` — вновь устанавливаемые датчики, `calc` — вычисляется), категория (`K1` — обязательные, `K2` — желательные, `K3` — транзит-архив) и признак участия в расчёте. Выключенный сигнал принимается в архив, но в расчёт не идёт. Если по машине не заведено ни одной записи, действует прежний набор-константа: существующие установки продолжают работать без переноса данных.

6.5. Экран приёма данных `/admin/ingestion`

Всё перечисленное в разделе 6 собрано на одном экране, в том порядке, в котором делается пусконаладка.

Экран доступен только роли ADMIN и только на экземпляре объекта: центр удалённого мониторинга ничего не собирает, и страница там не существует — отвечает 404, а не показывает пустоту. Каждое действие с экрана попадает в журнал действий.

Блок	Что делает
«Конвейер данных»	Состояние процесса сбора (работает / не отвечает / не запускался, возраст отметки жизни, версия, время последнего обслуживания архива), доступность базы, доступность расчётной службы. Данные — <code>/api/health</code> и <code>/api/ingestion/status</code>
«Описание станции»	Загрузка <code>station_config.yaml</code> с пробным прогоном. Первый шаг на пустой установке: без машин остальные блоки не показываются
«Сертификаты АСУ ТП»	Отвергнутые и доверенные сертификаты серверов OPC UA, перенос в доверенные
«Подключение OPC UA»	Параметры подключения по машинам, состояние, команды <code>connect / disconnect / restart</code>
«Перечень сигналов»	Ведение <code>SignalDefinition</code> по машине: состав принимаемых сигналов, категория, участие в расчёте
«Карта тегов»	Массовая загрузка <code>TagMapping</code> из CSV

Порядок пуска: описание станции → сертификат сервера АСУ ТП → адрес и параметры подключения → перечень сигналов и карта тегов → контроль конвейера.

7. Машины и инженерные параметры

Структура оборудования: `Organization` → `Asset` (площадка, адрес, часовой пояс) → `Turbine` (идентификатор, наименование, размещение, модель, заводской номер, год ввода). Ведение — `/admin/organizations`, роль ADMIN.

Состав оборудования вместе с нормативами, тарифами и сопоставлением тегов можно описать одним файлом YAML:

```
docker compose run --rm ops node scripts/apply_station_config.cjs --
generate-template > config/station_config.yaml
docker compose run --rm -v "$PWD/config:/config:ro" ops node
scripts/apply_station_config.cjs --file /config/station_config.yaml --
dry-run
docker compose run --rm -v "$PWD/config:/config:ro" ops node
scripts/apply_station_config.cjs --file /config/station_config.yaml
```

То же доступно через POST `/api/admin/config/upload` с признаком пробного прогона и на экране `/admin/organizations/<id>/turbines`. Применение идиempотентно:

повторный запуск обновляет записи, а не дублирует. Загрузка описания переписывает состав оборудования, поэтому и применение, и пробный прогон записываются в журнал аудита.

Настройки машины хранит TurbineConfig (одна запись на машину):

Поле	Содержание
norms	Нормативные значения: номинальный приведённый расход топлива, пороги перепада давления и др.
tariffs	Цена топлива, цена отпуска электроэнергии
bands	Пороговые зоны по показателям (п. 8.2)
accumulators	Накопительные величины: потери в рублях, часы риска, интеграл деградации
engineeringSettings	Весы подсистем, шкалы штрафов, стратегия эталона

Инженерные настройки хранятся в базе, а не в браузере: иначе их не видят ни сервер при построении отчёта, ни другие устройства. Изменение — `/api/turbines/<id>/engineering-settings`, роль не ниже ENGINEER, раздел «Настройки» в интерфейсе машины.

ResourceCounter ведёт по машине наработку, часы на повышенной нагрузке, пуски и остановки, эквивалентные часы и отдельно — время, не учтённое из-за перерывов в данных. Счёт идёт по меткам времени данных, а не по часам сервера: ввод за прошедший период не искажает наработку и не задваивает часы при повторной обработке. Эквивалентные часы не вычисляются, пока не заданы коэффициенты изготовителя: они определяют межремонтный интервал.

8. Уставки и коридоры

8.1. Карта уставок

Setpoint — перечень контролируемых показателей с **двусторонним** коридором и обязательным указанием источника каждого значения.

Поле	Содержание
metricName, label, unit	Показатель, наименование для документа, единица
loCritical, loWarning, hiWarning, hiCritical	Четыре уровня коридора по возрастанию; любой может быть пуст
deadband	Зона нечувствительности при снятии тревоги, в единицах показателя
direction	Сторона деградации: high_bad (растёт по мере износа) или low_bad (падает)
source	passport, gtu_docs, sau, commissioning,

Поле	Содержание
	<code>calculated, customer</code>
<code>sourceRef</code>	Ссылка на документ и пункт
<code>status</code>	<code>draft, review, approved</code>
<code>approvedBy, approvedAt</code>	Кто и когда согласовал

Обе стороны проверяются всегда. Обе стороны коридора живут в одной строке уставки, а `direction` на сигнализацию не влияет — он нужен трендам, индексу состояния и текстам рекомендаций.

Уставка становится действующей, только если задан хотя бы один из четырёх уровней: строка без уровней — заготовка документа, а не порог. Если `deadband` не задан, берётся четверть расстояния между уровнями той же стороны (`src/lib/setpoints/setpointTypes.ts`).

Действующие уставки штатной САУ принимаются, а не заменяются (источник `sau`). Карта действует независимо от статуса согласования: статус описывает состояние документа, а не включает уставку. Администратору следует контролировать, сколько уставок действует и сколько из них ещё не согласовано, — сводка выведена наверху экрана. Экран — `/setpoints/<идентификатор машины>`: чтение при наличии доступа к машине, изменение — роль не ниже `ENGINEER`. Ссылка на него есть в верхней полосе экрана машины и в разделе «Настройки».

8.2. Пороговые зоны и эталонный период

Коридоры «зелёный / жёлтый / красный» хранятся в поле `bands`. По каждому показателю хранятся два набора — рассчитанный по статистике (квантильный метод и метод медианного абсолютного отклонения) и заданный инженером вручную — и признак того, какой действует; при выборе ручного набора он имеет приоритет.

Статистический набор считается **по эталонному периоду** (модель `ReferencePeriod`), а не по всей истории непрерывно. Непрерывного самообучения в комплексе нет намеренно: при постоянном пересчёте деградация становилась бы новой нормой, и сигнализация переставала бы её замечать.

Поле	Содержание
<code>periodFrom, periodTo</code>	Границы эталонного периода
<code>trigger</code>	Повод: <code>initial</code> — первичная норма, <code>maintenance_event</code> — событие ТО, <code>manual</code> — команда инженера
<code>status</code>	<code>pending, computed, failed, superseded</code>
<code>method</code>	Метод статистики: <code>quantile</code> либо <code>mad</code>
<code>computedAt, nSamples, metricsComputed, error</code>	Итог расчёта

Пересчёт запускается ровно двумя способами: событием ТО (мойка компрессора, замена или мойка фильтров, мойка КВОУ) и командой инженера — формой «Зафиксировать норму по периоду» на экране карты уставок. Пока эталонный период не зафиксирован, статистических полок у машины нет и сигнализация работает только по карте уставок и нормативам; экран сообщает об этом прямо.

9. Лицензия

9.1. Где лицензия есть и где её нет

На экземпляре объекта лицензии нет и не требуется. Станция ставит комплекс перманентно: не выполняется ни одна проверка — ни обращение к базе, ни сверка подписи, ни счёт устройств (`src/lib/licenseGuard.ts`). Отсутствие строки лицензии, пустая база лицензий и недоступный маршрут состояния на объекте — нормальное положение дел, а не повод закрыть мониторинг: на объекте критической информационной инфраструктуры мониторинг не должен зависеть от лицензии.

Подписка со сроком и режимом «только чтение» остаётся у **центра удалённого мониторинга** (`INSTANCE_ROLE=operator`). Весь этот раздел относится к нему.

На экземпляре объекта страниц `/license` и `/admin/licenses` не существует — они отвечают 404. Заслон стоит в `src/middleware.ts`, а не только в самой странице: в корне приложения лежит `loading.tsx`, Next отдаёт оболочку потоком ещё до отработки серверного компонента, заголовки уходят с кодом 200, и `notFound()` успевает нарисовать содержимое 404 внутри ответа 200.

Тарифных ступеней в продукте нет. Ступени BASIC / PRO / ENTERPRISE удалены из схемы вместе с сопоставлением возможностей тарифам: возможности разделены по роли экземпляра (раздел 2), а не по оплаченной ступени.

9.2. Модель продажи и состояние

Перечисле

ние Значения

LicenseType	SUBSCRIPTION — подписка (модель продажи экземпляра центра); PERPETUAL — бессрочная, значение сохранено в схеме для совместимости: экземпляр объекта лицензии не имеет вовсе
LicenseStatus	ACTIVE, EXPIRED, SUSPENDED

По умолчанию лицензия создаётся как подписка: бессрочная должна выдаваться осознанно.

Случай

Результат

Статус SUSPENDED либо не ACTIVE	Работа невозможна независимо от дат
---------------------------------------	-------------------------------------

Случай	Результат
Бессрочная лицензия	Срок пользования не проверяется; истекает только поддержка (supportUntil) — прекращаются обновления, на работу это не влияет
Подписка без указанного срока	Считается недействительной: при сомнении лицензия не расширяет права
Подписка, срок истёк	Состояние помечается как «только чтение»
Подписка, до конца ≤ 30 дней	Предупреждение о приближении срока

Полное отключение мониторинга на объекте критической информационной инфраструктуры не предусмотрено намеренно.

9.3. Ограничения, выдача, защита

Поля maxDevices (одновременные сеансы и активации), maxTurbines, maxUsers. Экрана соответствия тарифов и возможностей нет: тарифов нет.

Лицензия вносится администратором экземпляра центра через интерфейс (POST /api/license/activate, не более 5 попыток в час с адреса; записывается отпечаток устройства) — обращений во внешнюю сеть при этом нет. Лицензия передаётся файлом .lic — JSON с полями лицензии и кодом целостности HMAC-SHA256; ключ вычисления кода задаётся правообладателем при вводе экземпляра центра в эксплуатацию переменной LICENSE_HMAC_SECRET и известен обеим сторонам (при отсутствии переменной используется NEXTAUTH_SECRET экземпляра). Выдача, подпись, загрузка и выгрузка — раздел /admin/licenses и обработчики /api/admin/licenses[/sign|/upload|/export].

Защита: строка лицензии подписана, причём отсутствие подписи приравнено к её несовпадению (иначе снятие подписи стало бы способом узаконить любое содержимое); обнаруживается перевод часов назад относительно последней проверки; если состояние лицензии не подтверждалось свыше 72 часов, экземпляр показывает warning, свыше 120 часов — переходит в readonly. Подтверждение — это обращение к обработчику состояния лицензии самого экземпляра (GET /api/license/status, его выполняет браузер пользователя при работе); серверов правообладателя, к которым экземпляр обращался бы по сети, не существует, и выхода в Интернет для подтверждения не требуется. Число одновременных сеансов ограничено величиной maxDevices. Все операции с лицензией пишутся в LicenseAuditLog. Переменная LICENSE_BYPASS в промышленной эксплуатации не действует.

Состояние «только чтение» — истёкшая подписка либо длительное отсутствие подтверждения состояния (см. выше) — действительно запрещает изменяющие обращения: признак readonly возвращается проверкой доступа и проверяется в обработчиках, которым передан запрос (без запроса они не отличают чтение от

изменения). Забытые места находит `scripts/check-license-readonly.mjs`, входящая в предполётную проверку выпуска.

10. Журнал аудита

Модель `AuditEntry`: автор (идентификатор и почта), действие, вид и идентификатор объекта, описание изменения, адрес обратившегося, метка времени, значение хеша. Записи связаны цепочкой: хеш SHA-256 считается от предыдущего хеша и содержимого текущей записи, первая отсчитывается от значения `genesis`. На экране `/admin/audit` цепочка пересчитывается по всем записям подряд, без отбора и без разбивки на страницы, и выводится итог: «цепочка целостна» либо «цепочка нарушена в N записях». Значения полей с признаками пароля, секрета, токена или учётных данных перед записью замещаются на `***`.

Выборка для разбора — `GET /api/admin/audit` с отбором по действию, виду и идентификатору объекта, автору и дате, не более 200 записей за обращение.

Записываются, в частности: создание, изменение и удаление пользователя, сброс пароля, приглашение и его приём, вход, смена пароля, действия с оборудованием, события журнала ТО, снятие и возврат тревог, изменение карты уставок и фиксация эталонного периода, изменение настроек, загрузка описания станции (включая пробный прогон), операции с лицензией и организациями, заведение источника данных, подтверждение доверия сертификату АСУ ТП, остановка сбора данных, запуск чистки по сроку хранения.

Полнота охвата проверяется автоматически: `scripts/check-audit-coverage.mjs` входит в предполётную проверку выпуска и не даёт завести изменяющий обработчик без записи в журнал.

Срок хранения журнала — `AUDIT_RETENTION_DAYS` (по умолчанию 730 суток), очистка `POST /api/cron/audit-cleanup` с заголовком `Authorization: Bearer $CRON_SECRET` либо от имени администратора.

11. Резервное копирование и восстановление

Служба `db-backup` снимает дампы в сжатом формате каждые 12 часов и удаляет копии старше 30 суток; копии лежат в каталоге установки `backups/auto/`. Служба использует клиентские средства PostgreSQL, подключается по той же строке `DATABASE_URL` и работает и с внешней базой заказчика.

Ручные операции — `scripts/backup.sh`:

Команда	Действие
без аргументов	Дамп базы
<code>--full</code>	Дамп базы плюс <code>.env</code> , <code>client-config.json</code> , <code>VERSION</code> , файлы развёртывания, каталоги <code>nginx</code> и <code>config</code>

Команда	Действие
<code>--restore <файл.dump></code>	Восстановление базы
<code>--restore-full <архив.tar.gz></code>	Восстановление базы и настроек
<code>--export <путь></code>	Копирование последней копии на внешний носитель
<code>--list</code>	Перечень имеющихся копий
<code>--retention <суток></code>	Срок хранения копий, по умолчанию 30

Восстановление перезаписывает текущие данные; сценарий сам поднимает базу и ожидает её готовности. После восстановления проверить `/api/health` и вход администратора. Расписание и срок хранения автоматических копий задаются переменными `BACKUP_INTERVAL_HOURS` (по умолчанию 12) и `BACKUP_RETENTION_DAYS` (по умолчанию 30) в `.env`.

Срок хранения рабочих данных применяется обработчиком `POST /api/cron/retention` (роль `ADMIN` либо `CRON_SECRET`); одновременный повторный запуск отклоняется, удаление записывается в журнал аудита.

Переменная	Умолчание, суток	Что ограничивает
<code>RETENTION_TELEMETRY_DAYS</code>	90	Сырая телеметрия
<code>RETENTION_METRICS_DAYS</code>	30	Расчётные значения в исходном разрешении
<code>RETENTION_ALARMS_DAYS</code>	365	Тревоги
<code>RETENTION_AGGREGATES_DAYS</code>	1825	Часовые и суточные свёртки
<code>ROLLUP_OLDER_THAN_DAYS</code>	30	Возраст, с которого формируется свёртка

Глубина архива по умолчанию:

- **часовые и суточные свёртки — 1825 суток**, то есть не менее пяти лет;
- расчётные значения в исходном разрешении — **30 суток**;
- сырая телеметрия — **90 суток**;
- тревоги — 365 суток.

Умолчания записаны числом в одном месте (`src/lib/pipeline/retention.ts`), и файлы-образцы обязаны с ними совпадать — это проверяется тестом. Переменные окружения перекрывают умолчания; неположительное или нечисловое значение переменной игнорируется, и берётся умолчание.

Свёртка формируется **до** удаления детальных данных: сначала часовые и суточные значения, затем чистка. Порядок обеспечивает сам обработчик — он не удаляет расчётные значения, пока свёртка не догнала закрытую границу.

Свёртку, расчёт эталонных периодов, снимки деградации, поиск аномалий (изолирующий лес, показатель `anomaly_score`) и чистку журнала действий ведёт **процесс сбора** (`src/collector/maintenance.ts`).

Свёртка и норма считаются каждый проход, снимки деградации — раз в час, аномалии и чистка журнала — раз в сутки; период отсчитывается от последнего **успешного** прохода по журналу и потому переживает перезапуск процесса. У каждой задачи свой перехват отказа: недоступность расчётной службы не останавливает свёртку.

Само удаление по сроку хранения в проход не входит и запускается обработчиком `POST /api/cron/retention`: последовательное сканирование таблиц оставляет мёртвые версии строк и не возвращает место, поэтому оно ждёт секционирования по суткам.

Состояние обслуживания видно в `/api/health` (поле `collector`: состояние, возраст отметки жизни, время последнего успешного обслуживания) и на экране `/admin/ingestion`, блок «Конвейер данных».

12. Обновление версии

Бандл новой версии распаковывается рядом с установкой, а не поверх неё, и сценарий запускается из бандла с указанием каталога установки:

```
tar -xzf turbinecare-1.1.0.tar.gz -C /opt
/opt/turbinecare-1.1.0/scripts/update.sh --install-dir
/opt/turbinecare
```

Без `--install-dir` берётся переменная `INSTALL_DIR`, а при её отсутствии — `/opt/turbinecare`. Распаковка архива поверх установки сценарием отвергается: имя проекта, файл переменных и файлы развёртывания передаются `compose` явно и всегда указывают на установку.

Что делает `scripts/update.sh`:

1. проверяет Docker, каталог установки, бандл и свободное место;
2. снимает дамп базы клиентом `pg_dump` из службы `db-backup` — работает и с внешней СУБД заказчика; **без дампа не продолжает**;
3. откладывает прежние файлы развёртывания в `.previous/` для отката;
4. загружает образы из бандла и проверяет, что все образы `compose` на месте;
5. переносит в установку новые файлы: `compose`, `scripts/`, `nginx.conf`, `DEPLOY.md`. Файлы `.env`, `client-config.json`, `nginx/certs/`, `backups/` не трогает;

6. записывает версию в `.env`, останавливает приложение, применяет миграции через образ `ops`, поднимает службы;
7. проверяет `/api/health` и версию запущенного образа; при отказе откатывается сам, если не задан `--no-auto-rollback`.

Ключи: `--install-dir` КАТАЛОГ, `--dry-run`, `--skip-backup`, `--no-auto-rollback`.
`--skip-backup` допустим только тогда, когда копия снята средствами заказчика: откат базы после этого невозможен.

Откат — `scripts/rollback.sh`, тот же ключ `--install-dir`: восстанавливает предыдущую версию по файлу состояния `.turbinecare-previous` и соответствующему дампу; без этого файла откат невозможен. Каталог установки определяется по наличию в нём `.env`; если его там нет, сценарий отказывается работать.

Обязательные правила:

- Миграции применяются только командой `prisma migrate deploy` через образ обслуживания `ops`. Приведение схемы «по месту» с потерей данных и наполнение демонстрационными данными на рабочей установке недопустимы: демонстрационные данные заводят пользователей с известными паролями.
 - Демонстрационные данные на рабочем объекте не применяются.
 - Перед обновлением снять полную резервную копию (`--full`).
 - Версия сведена к единому источнику (файл `VERSION`) и сверяется автоматически при подготовке выпуска.
-

13. Переменные окружения

Образец — `.env.example` в дистрибутиве; рабочий файл `.env` создаёт мастер установки или администратор.

Обязательные. `DATABASE_URL` — единственный источник адреса базы; `NEXTAUTH_SECRET` — подпись сеансовых токенов и, при отсутствии `LICENSE_HMAC_SECRET`, файла лицензии; `NEXTAUTH_URL` — внешний адрес экземпляра, подставляется в ссылки приглашений; `PYTHON_CALC_TOKEN` — общий секрет веб-процесса и расчётной службы, в эксплуатации обязателен; `POSTGRES_PASSWORD` — пароль встроенной базы (только при её использовании; служба резервного копирования подключается по `DATABASE_URL`).

Режимы и роль экземпляра.

Переменная	Умолчание	На что влияет
<code>INSTANCE_ROLE</code>	<code>object</code>	Роль экземпляра: объект или центр (раздел 2)
<code>DEPLOYMENT_MODE</code>	<code>on-prem-connected</code> в коде, <code>on-prem-isolated</code> в файле	Связность площадки: разрешены ли внешние каналы оповещения (Telegram — только на экземпляре центра, почта через сервер)

Переменная	Умолчание	На что влияет
	развёртывания	заказчика)
NODE_ENV	—	production включает обязательность ключа приёма телеметрии, запрет обхода лицензии и запрет незащищённого обмена с АСУ ТП
LICENSE_BYPASS	0	Обход проверки лицензии; в эксплуатации не действует

Данные, интеграции, уведомления.

Переменная	Умолчание	На что влияет
INGESTION_API_KEY	—	Ключ приёма телеметрии по HTTP; в эксплуатации обязателен
ENCRYPTION_KEY	—	Шифрование учётных данных OPC UA и корпоративного каталога
OPCUA_PKI_DIR	/app/data/opcu-pki	Хранилище сертификатов OPC UA
OPCUA_ALLOW_INSECURE	0	Разрешает обмен с АСУ ТП без подписи и шифрования; только на пусконаладке
OPCUA_REQUIRE_EXACT_ENDPOINT	0	Требовать точного совпадения объявленной точки подключения
OPCUA_AUTO_START	включено	0 отключает возобновление сбора при запуске
COLLECTOR_IN_WEB	не задана	1 поднимает сбор внутри веб-процесса; штатно сбор ведёт отдельная служба
UPLOAD_MAX_MB	150	Предельный размер файла телеметрии
TELEGRAM_BOT_TOKEN, TELEGRAM_CHAT_ID	—	Уведомления в мессенджер. Канал центра удалённого мониторинга: на экземпляре объекта /api/telegram и /api/send-alert отвечают 404 — внутри периметра станции уведомления идут по вебу и почте
SMTP_EMAIL_ALERT_RECIPIENTS	—	Рассылка оповещений и отчётов по почте

Языковых моделей в продукте нет. Переменных LLM_PROVIDER, YANDEX_CLOUD_*, GIGACHAT_* больше не существует: помощник на внешних языковых моделях снят с поставки как несовместимый с закрытым контуром, а раздел «Выводы» работает на детерминированных экспертных правилах и наружу не обращается. Полнота удаления

проверяется тестом `src/lib/removed.test.ts` и предполётной проверкой «Исходящие обращения заявлены».

Служебные.

Переменная	Умолчание	На что влияет
<code>CRON_SECRET</code>	—	Доступ к обработчикам по расписанию: чистка данных и журнала, отчёты
<code>AUDIT_RETENTION_DAYS</code>	730	Срок хранения журнала аудита
<code>RETENTION_*, ROLLUP_OLDER_THAN_DAYS</code>	см. раздел 11	Сроки хранения рабочих данных
<code>BACKUP_INTERVAL_HOURS, BACKUP_RETENTION_DAYS</code>	12, 30	Расписание и срок хранения автоматических копий службы <code>db-backup</code>
<code>DATABASE_POOL_SIZE</code>	10	Число соединений с базой
<code>INTERNAL_BASE_URL</code>	<code>http://localhost:3000</code>	Внутренние обращения сервера к собственному интерфейсу
<code>CORS_ALLOWED_ORIGINS</code>	—	Разрешённые источники для описания программного интерфейса
<code>DOCS_PUBLIC</code>	0	1 открывает описание программного интерфейса без входа
<code>ALLOW_DEMO_DATASET</code>	0	1 разрешает запасной демонстрационный набор в эксплуатации; оставлять выключенным
<code>VENDOR_LEGAL_NAME, VENDOR_CONTACT</code>	000 «ИНТЕБРИКС»	Правовые сведения на экране «О программе»
<code>APP_VERSION</code>	из файла <code>VERSION</code>	Отображаемая версия
<code>HTTP_PORT, HTTPS_PORT, TLS_COMMON_NAME</code>	80, 443, <code>turbinecare.local</code>	Параметры входа снаружи
<code>NODE_OPTIONS, COLLECTOR_NODE_OPTIONS</code>	2048 МБ и 768 МБ	Предел кучи веб-процесса и процесса сбора

Образец `.env.example` содержит только то, что обычно приходится задавать на площадке. Переменные `LICENSE_HMAC_SECRET`, `AUDIT_RETENTION_DAYS`, `ROLLUP_OLDER_THAN_DAYS`, `DATABASE_POOL_SIZE`, `UPLOAD_MAX_MB`, `CORS_ALLOWED_ORIGINS`, `DOCS_PUBLIC`, `ALLOW_DEMO_DATASET`, `COLLECTOR_IN_WEB` в нём не заведены: без них действуют умолчания, приведённые выше в этом разделе.

Задавать их следует только осознанно — в частности, DOCS_PUBLIC=1 и ALLOW_DEMO_DATASET=1 на рабочей установке не применяются.

14. Диагностика типовых неполадок

Первичный осмотр:

```
docker compose ps
docker compose logs -f web
docker compose logs -f collector
curl -s http://localhost/api/health
```

Обращение к /api/health без входа возвращает только общее состояние (код ответа и признак ok), вошедшему пользователю — состояние приложения, доступность базы с задержкой обращения, доступность расчётной службы, состояние процесса сбора и версию; при недоступности базы — код 503. Признак жизни процесса сбора проверяется по файлу-отметке, а не по сетевому порту: процесс сбора ничего не слушает.

Индикатор живости данных. Одна подпись «данных нет N мин» не говорит, что делать: за молчанием стоят разные неисправности. Классификация — src/lib/dataStatus.ts, чистая функция; вход собирается из /api/data-status (время поступления и метка последней точки), /api/health (процесс сбора и расчётная служба) и /api/simulation/status.

Состояние	Подпись в шапке	Что произошло	Действие администратора
collector-down	«сбор остановлен N»	Отметка жизни процесса сбора устарела: точки от АСУ ТП не принимаются	docker compose restart collector, затем logs collector
plc-silent	«АСУ ТП молчит N»	Процесс сбора жив, но сервер OPC UA не отдаёт значения	Проверить связь с сервером OPC UA и состояние подключения на /admin/ingestion; при ошибке перезапустить подключение оттуда
historical	«исторический набор»	Последняя точка старше суток, имитатор выключен, сбор не ведётся: стенд или загруженная выгрузка	Действий не требуется; красная шапка здесь была бы неправдой
stale	«данных нет N»	Данные шли и перестали, отметок жизни сбора нет: подавал другой механизм (имитатор либо приём по программному интерфейсу)	Выяснить, кто подавал данные

Ещё два состояния выводятся вне этой классификации: «нет связи с сервером» (браузер не получает ответ от web) и признак того, чем считаются показатели. Отдельно показывается недоступность **расчётной службы**: показатели при этом считает встроенное резервное ядро и они остаются верными, но коридоры нормы, оценка аномальности и прогноз не обновляются.

Порог тревоги по молчанию — 30 минут (SILENCE_ALARM_AFTER_MIN); набор считается историческим, если последняя точка старше суток (HISTORICAL_AFTER_MS).

Признак	Вероятная причина	Что сделать
Службы не поднимаются, «Задайте DATABASE_URL»	Не заполнен .env	Заполнить обязательные значения (раздел 13)
/api/health отвечает 503, db: error	База недоступна либо неверная строка соединения	Проверить сервер базы и DATABASE_URL
Открывается только экран смены пароля	Временный пароль, выданный при установке, не сменён	Задать свой пароль; ограничение снимается автоматически
403 с признаком LICENSE_INACTIVE	Только на экземпляре центра: лицензия отсутствует, приостановлена, недействительна либо нарушена её целостность. На объекте этого отказа не бывает — лицензии там нет	Раздел /license; при необходимости выдать лицензию заново
403 с признаком SESSION_LIMIT	Превышено число одновременных сеансов (maxDevices)	Завершить лишние сеансы либо увеличить лимит
403 «insufficient role»	Роль ниже требуемой	Проверить роль пользователя (п. 3.3)
404 на существующий раздел	Раздел недоступен текущей роли экземпляра либо машина принадлежит другой организации	Проверить INSTANCE_ROLE и принадлежность машины
429	Превышена частота обращений	Дождаться срока из заголовка Retry-After
503 «команда поставлена в	Процесс сбора не отвечает	Проверить службу collector и её журнал; команда выполнится при запуске

Признак	Вероятная причина	Что сделать
очередь» при пуске сбора		
Подключени е к АСУ ТП отвергается при верных параметрах	Сертификат сервера не подтверждён	GET /api/admin/opcua- certificates, перенести в доверенные
Отказ по политике защиты	Выбрана отозванная политика	Перевести обмен на Basic256Sha256 или более стойкую
Приём по HTTP отвечает 401	Не задан либо неверен INGESTION_API_KEY	Задать ключ и передавать заголовком
Данные приняты, в расчёте не появляются	Тег не сопоставлен либо сигнал выключен или отнесён к категории транзит-архива	Проверить TagMapping и SignalDefinition
Часть значений тега теряется	Шаг округления метки времени больше периода опроса	Уменьшить sampleIntervalMs
Разделы пусты при работающем приёме	Запасной демонстрационный набор в эксплуатации не используется — данных действительно нет	Проверить состояние источника и наличие точек за период
Раздел «Выхлоп и КУ», «Конденсато р» или «Вибрация» пропал из меню	По машине нет ни одного сигнала раздела и в описании не задан парогазовый цикл	Завести сигналы в SignalDefinition либо указать norms.cycle = combined; перечень скрытых разделов с причинами — карточка «Скрытые разделы» в разделе «Справочник» (продублирована в «Настройках»)
Часовых и суточных свёрток в базе нет	Не работает обслуживание архива внутри процесса сбора	Проверить /api/health, поле collector: состояние и время последнего обслуживания
Прогноз не строится	Недостаточно накопленных данных либо недоступна расчётная служба	Накопить историю; проверить python-calc
Расчётная служба недоступна	Не задан PYTHON_CALC_TOKEN либо служба не поднялась	Смотреть журнал python-calc; расчёт временно ведёт запасной модуль

Признак	Вероятная причина	Что сделать
Вход через корпоративный каталог не предлагается	Настройка выключена либо не задан ENCRYPTION_KEY	Проверить <code>SsoConfig.enabled</code> и переменную шифрования
Длительная загрузка файла выглядит зависшей	Ретроспективный ввод идёт минутами	Смотреть ход выполнения в записи источника: отметка обновления показывает, что задача не брошена
На экране журнала аудита «цепочка нарушена»	Записи изменены или удалены в обход приложения	Разбирательство; восстановить базу из резервной копии

Техническая поддержка

Обращения принимаются на электронную почту info@intebrix.ru, через форму на странице <https://turbinecare.ru/contacts> и по телефону +7 916 925-54-71. Режим работы службы поддержки — рабочие дни с 10:00 до 19:00 по московскому времени; обращение, поступившее вне режима, регистрируется, отсчёт срока реакции начинается с ближайшего рабочего часа. Язык обращения и ответа — русский.

Степень значимости	Признак	Срок реакции	Срок устранения
Критический	комплекс недоступен либо приём данных или расчёт полностью неработоспособны; обходного пути нет	не более 4 рабочих часов	восстановление работоспособности (в том числе обходным решением) — не более 1 рабочего дня
Высокий	существенное ухудшение работы; функция работоспособна частично либо есть трудоёмкий обходной путь	не более 8 рабочих часов	не более 5 рабочих дней либо в ближайшем плановом выпуске
Обычный	ограниченное неудобство, вопрос по эксплуатации, предложение по развитию	не более 2 рабочих дней	в плановом порядке

К обращению прилагаются: версия комплекса (страница «О программе» или ответ `/api/health` вошедшему пользователю), описание действий и ожидаемого результата,

снимок экрана, выдержка из журнала службы (`docker compose logs web, collector, python-calc`) за время события. Порядок исправления дефектов и выпуска исправлений описан в документе «Описание процессов жизненного цикла».