

Описание функциональных характеристик программного обеспечения «TurbineCare AI»

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

Документ для реестра российского ПО (ПП РФ № 1236): назначение и область применения, состав функций по приёму данных, расчёту показателей, оценке состояния, контролю уставок и подготовке выводов, разделы интерфейса, хранение и обслуживание архива, администрирование и безопасность, интеграция, технические характеристики, состав сторонних компонентов, ограничения применимости.

1. Общие сведения

Характеристика	Описание
Наименование	Программный комплекс «TurbineCare AI»
Назначение	Мониторинг и диагностика газотурбинных установок (ГТУ) и комплексных воздухоочистительных устройств, оценка деградации узлов, прогнозирование отказов, планирование обслуживания по состоянию
Область применения	Энергетика, промышленность, нефтегазовая отрасль
Тип ПО	Серверное веб-приложение, устанавливаемое в вычислительном контуре заказчика (размещение в инфраструктуре заказчика); облачного размещения силами правообладателя и предоставления по модели SaaS не предусмотрено
Класс ПО	Основной — 08.23 «Программное обеспечение промышленной диагностики оборудования или систем оборудования»; дополнительный — 11.05 «Средства поддержки принятия решений (DSS)» (коды по классификатору программ для ЭВМ и баз данных, приказ Минцифры России от 22.09.2020 № 486)
Редакции	Одна. Тарифных ступеней и наборов возможностей, зависящих от оплаты, в продукте нет
Языки интерфейса	Русский

2. Функциональные возможности

Комплекс объединяет приём данных из АСУ ТП, расчёт инженерных показателей, оценку состояния узлов, контроль уставок и подготовку выводов для сменного персонала.

Интерфейс разделён на 17 разделов, сведённых в четыре группы; порядок разделов задан продуктом и пользователем не переставляется.

2.1. Приём и обработка данных

- Пять видов источников: клиент OPC UA к АСУ ТП, приём по программному интерфейсу (HTTP), загрузка табличных файлов, опрос внешней базы данных заказчика, имитационный источник для проверки установки.
- Обмен по OPC UA только на чтение: подпись и шифрование обязательны, отозванные политики защиты не принимаются, незнакомый сертификат сервера АСУ ТП принимается только после подтверждения администратором.
- Сбор ведёт отдельный процесс операционной системы, а не веб-приложение: остановка интерфейса не прерывает приём данных.
- Сопоставление тегов станции с внутренними наименованиями показателей, признак качества значения, метка времени источника, буферизация и заданный шаг округления метки.
- Экран пуска на объекте: описание станции, адрес сервера АСУ ТП, сертификаты, перечень сигналов, карта тегов и контроль приёма собраны в порядке пуска наладки.

2.2. Расчёт инженерных показателей

- Расчётные показатели по одиннадцати разделам тракта: окружающая среда, впуск, фильтры и перепад давления, компрессор, топливо, мощность, выхлоп и котёл-утилизатор, конденсатор, вибрация, оценка аномальности, сводные показатели.
- Приведение параметров к стандартным условиям, психрометрические расчёты (влажность, точка росы, энтальпия воздуха), расчёт коэффициента полезного действия компрессора и приведённого расхода топлива.
- Расчётная служба вынесена в отдельный процесс; при её недоступности расчёт временно ведёт запасной модуль приложения, а состояние службы видно в проверке живости.

2.3. Норма и деградация

- Норма показателя определяется эталонным периодом — отрезком истории, по которому считаются статистические полки. Непрерывного самообучения нет: норма не подтягивается к текущему состоянию и деградация не становится новой нормой.
- Пересчёт нормы назначается событием технического обслуживания (мойка компрессора, мойка или замена фильтров, мойка воздухоочистительного устройства) либо командой инженера. Каждый пересчёт — отдельная запись: видно, по какому отрезку и по какому поводу получена действующая норма.

- Оценка деградации узлов относительно нормы, скорость деградации, признак ускорения, прогноз остаточного срока до достижения границы.

2.4. Уставки, коридоры и тревоги

- Карта уставок — согласуемый документ: у каждого контролируемого показателя указан источник значения (паспорт оборудования, эксплуатационная документация, действующая уставка штатной системы автоматического управления, результаты пусконаладки, расчёт по методике, значение заказчика), ссылка на документ и пункт, состояние согласования и подписант.
- Пороги двусторонние: на показатель приходится до четырёх уровней — нижний аварийный, нижний предупредительный, верхний предупредительный, верхний аварийный. Любой из них может отсутствовать; проверка смотрит обе стороны коридора.
- Зона нечувствительности и гистерезис при снятии тревоги: значение, лежащее на границе, не порождает поток однотипных срабатываний.
- Пороговые зоны хранятся двумя наборами — рассчитанным по статистике (квантильный метод и метод медианного абсолютного отклонения) и заданным инженером вручную; действующий набор выбирается явно, ручной имеет приоритет.

2.5. Оценка состояния

- Интегральный индекс состояния по шкале от 0 до 100 с разложением по узлам и весами, отражающими вклад узла в экономику установки.
- Прогноз остаточного срока до достижения предельного значения по каждому наблюдаемому узлу.
- Экономическая оценка потерь по узлам в рублях за сутки и за год, оценка эффекта от планируемых работ.
- Обнаружение аномалий: оценка аномальности установившегося режима методом изолирующего леса (Isolation Forest); оценка сохраняется рядом с прочими показателями и видна на графиках наравне с ними.

2.6. Выводы

- Раздел «Выводы» готовит связный текст по состоянию машины: что происходит, с какого момента, чем это грозит, сколько стоит промедление и что сделать.
- Выводы строятся детерминированными экспертными правилами — порогами, сравнениями, сортировками и шаблонами фраз. Один и тот же вход всегда даёт один и тот же текст, вывод воспроизводим на тех же данных.
- Языковых моделей, машинного обучения на стороне поставщика и обращений к внешним службам в этом разделе нет: комплекс работает в изолированном контуре объекта и не требует выхода в сеть.

2.7. Разделы интерфейса

Семнадцать разделов сведены в четыре группы:

- «Смена» — «Главная», «Выводы», «Индекс состояния»: то, с чего начинает смену начальник смены.
- «Тракт» — «Окружающая среда», «Впуск», «Фильтры и ДР», «Компрессор и ВНА», «Топливо», «Мощность», «Выхлоп и КУ», «Конденсатор», «Вибрация»: разделы по ходу воздуха и газа.
- «Экономика и ТО» — «Экономика», «ТО и события», «Аналитика»: деньги, журнал работ и конструктор графиков.
- «Справка и настройки» — «Справочник», «Настройки».
- Графики временных рядов с наложением пороговых зон, тёмное оформление, вёрстка под настольный компьютер и планшет.

2.8. Хранение и обслуживание архива

- Обслуживание выполняется внутри процесса сбора: свёртка расчётных показателей в часовые и суточные снимки, расчёт нормы по закрывшимся эталонным периодам, снимки деградации, обнаружение аномалий, очистка журнала.
- Сроки хранения: часовые и суточные свёртки — 1825 суток, то есть не менее пяти лет; расчётные значения в исходном разрешении — 30 суток; сырая телеметрия — 90 суток; закрытые тревоги — 365 суток. Сроки настраиваются переменными окружения.
- Удаление детальных строк по истечении срока хранения выполняется администратором по команде (обработчик `POST /api/cron/retention`); порядок обязателен: сначала свёртка, затем удаление — удалённое свернуть невозможно.
- Ход обслуживания и признак жизни процесса сбора публикуются в проверке живости комплекса.

2.9. Администрирование и безопасность

- Разделение данных по организациям; выборка каждого обращения ограничена организацией обратившегося.
- Роли пользователей: ADMIN, ENGINEER, VIEWER. Для экземпляра центра удалённого мониторинга предусмотрены роли OPERATOR_ANALYST и OPERATOR_ADMIN, на экземпляре объекта они недоступны.
- Журнал изменяющих действий с цепочкой хешей SHA-256: изменение или удаление записи в обход приложения обнаруживается проверкой цепочки.

- Учётной записи по умолчанию в поставке нет: первый администратор заводится однократной командой со случайным паролем, который показывается один раз, и до смены временного пароля не допускается ни в один раздел.
- Ограничение частоты обращений, нарастающая задержка после неудачных попыток входа, шифрование учётных данных внешних систем.
- Экземпляр объекта работает перманентно: лицензионный ключ, срок действия и подписка ему не требуются. Подписка со сроком и режимом только для чтения относится к экземпляру центра удалённого мониторинга (на сайте правообладателя — «центр управления мониторингом»); в версии 1.0.0 у экземпляра центра реализованы роль, разграничение доступа, модели данных и подписка, обмен данными с экземплярами объектов поставляется в последующих выпусках.

2.10. Интеграция

- Клиент OPC UA для подключения к АСУ ТП и системам управления.
- Программный интерфейс HTTP для приёма телеметрии и выгрузки показателей; описание интерфейса открывается внутри комплекса и доступно роли ADMIN.
- Вход через корпоративный каталог LDAP и через провайдера единого входа по OpenID Connect.
- Оповещения на экземпляре объекта — всплывающие сообщения в интерфейсе и электронная почта на сервер заказчика. Оповещение в Telegram предусмотрено для экземпляра центра удалённого мониторинга, имеющего выход в сеть.

3. Технические характеристики

Параметр	Значение
Архитектура	Клиент-серверная; веб-приложение, расчётная служба и процесс сбора — отдельные службы
Серверный фреймворк	Next.js 14 (App Router), Node.js 20
Язык программирования	TypeScript; расчётная служба — Python 3.11 (FastAPI)
СУБД	Внешняя СУБД заказчика — PostgreSQL или совместимая сборка из Единого реестра российского ПО (Postgres Pro): подключается по строке соединения. Требуется версия 14 и новее (проверяется приёмочными испытаниями); испытана на PostgreSQL 15 и 16. Встроенная база поставляется отдельным файлом развёртывания — для стенда, демонстрации и малой установки
Доступ к данным	Prisma 7
Клиентская	React 18, Tailwind CSS, Recharts 2

Параметр	Значение
часть	
Авторизация	NextAuth 4 (JWT); вход через корпоративный каталог LDAP или провайдера OpenID Connect
Развёртывание	Docker, Docker Compose; обратный прокси nginx — единственный вход, порты 80 и 443, завершение TLS
Минимальные требования (сервер)	4 ядра, 8 ГБ оперативной памяти, 50 ГБ SSD
Рекомендуемые требования	8 ядер, 16 ГБ оперативной памяти, 200 ГБ SSD
Масштабируемость	Число наблюдаемых газотурбинных установок ограничивается ресурсами сервера (требования — раздел 1 инструкции по установке): минимальная конфигурация рассчитана на установку с двумя машинами, для большего парка ресурсы увеличиваются пропорционально
Одновременных пользователей	Ограничивается ресурсами сервера; сменный персонал и инженерная служба одной станции обслуживаются минимальной конфигурацией
Работа без выхода в сеть	Полная: установка, обновление и работа в изолированном контуре не требуют обращений наружу

4. Используемые компоненты

Все компоненты сторонних правообладателей в составе комплекса распространяются на разрешительных лицензиях, допускающих коммерческое использование. По состоянию на версию 1.0.0 в поставку входят 563 компонента под 16 лицензиями: MIT, ISC, Apache-2.0, BSD-3-Clause, BlueOak-1.0.0, Unlicense, BSD-2-Clause, MIT/X11, MIT-0, OFL-1.1, CC-BY-4.0, 0BSD, PSF-2.0 и комбинированные варианты на их основе.

Часть поставки	Компонентов	Лицензии
Приложение и процесс сборки (rpm)	527	MIT, ISC, Apache-2.0, BSD и подобные
Расчётная служба (PyPI)	34	MIT, Apache-2.0, BSD и подобные
Вложены файлами	2	OFL-1.1 (шрифт отчётов PT Sans), Apache-2.0 (Swagger UI — страница описания программного интерфейса)
Всего	563	16 лицензий, все разрешительные

Полный перечень с наименованием и версией каждого компонента, текстами лицензий и уведомлениями об авторстве — файл THIRD-PARTY-LICENSES.md, входящий в образ приложения (экран «О программе») и опубликованный по адресу <https://turbinecare.ru/legal/licenses>. Перечень собирается из фактического дерева зависимостей автоматически; выпуск сборки с устаревшим перечнем невозможен. Компонентов под копиLEFT-лицензиями (GPL, LGPL, AGPL, SSPL) в поставке нет; компоненты с лицензией на выбор приняты по разрешительному варианту, выбор зафиксирован письменно.

Контейнеры комплекса построены на общедоступных базовых образах (node:20-alpine, python:3.11-slim, postgres:16-alpine, nginx:1.27-alpine), часть системных утилит которых распространяется на условиях GNU GPL и LGPL. Комплекс не является производным произведением от них: он работает в контейнере рядом и обращается через штатные интерфейсы операционной системы. Обязанность предоставить исходные коды самих GPL-компонентов исполняется письменным предложением поставщика сроком на три года, передаваемым заказчику при поставке.

5. Ограничения применимости

- Комплекс работает с телеметрией, поступающей из АСУ ТП; полнота и достоверность расчётов определяются составом принимаемых сигналов (перечень сигналов согласуется с заказчиком при внедрении) и качеством измерений.
- Приведение параметров выполняется для газотурбинных установок простого и комбинированного цикла; состав разделов тракта задаётся описанием машины.
- Расчёты ведутся на шаге поступления данных (от одной секунды); быстротекущие процессы (помпаж, срыв пламени, ударные всплески вибрации) комплексом не регистрируются, регистратором быстрых процессов он не является.
- Прогноз остаточного срока строится по накопленной истории показателей и носит оценочный характер; решения о выводе оборудования в ремонт принимает персонал станции.
- Оповещения по электронной почте и через Telegram требуют соответствующих каналов связи; в изолированном контуре оповещения выдаются в интерфейсе.

6. Сведения о версии

Наименование программы: TurbineCare AI

Правообладатель: ООО «ИНТЕБРИКС»

Версия: 1.0.0 (выпуск 12.09.2026)

Язык интерфейса: русский

Класс программного обеспечения (коды по действующему классификатору программ для ЭВМ и баз данных): основной класс — **08.23 «Программное обеспечение промышленной диагностики оборудования или систем оборудования»** (наблюдение за состоянием газотурбинных установок и воздухоочистительных устройств, оценка деградации, обнаружение отклонений, прогноз остаточного срока); дополнительный класс — **11.05 «Средства поддержки принятия решений (DSS)»** (выводы для сменного

персонала: что происходит, чем грозит, сколько стоит промедление и что сделать; экономическая оценка работ).