

# **ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ**

Программное обеспечение “Система предиктивной аналитики производственных параметров для заводов по производству газобетона”

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

1. Описание программного обеспечения
2. Функциональные характеристики
3. Системные требования

# 1. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Система предиктивной аналитики производственных параметров для заводов по производству газобетона — это комплексная платформа предиктивной аналитики для управления качеством производства газобетона. Система обеспечивает полный контроль производственных параметров, прогнозирование дефектов с использованием машинного обучения и оптимизацию производственных процессов.

## 1.1. Назначение системы

Система предназначена для:

- Мониторинга производственных параметров в реальном времени
- Предиктивного анализа качества продукции
- Выявления потенциальных дефектов до их возникновения
- Оптимизации производственных процессов
- Ведения учета контроля качества и лабораторных исследований
- Генерации аналитических отчетов и прогнозов

## 1.2. Архитектура системы

Система построена на микросервисной архитектуре с использованием Docker-контейнеров:

- **Frontend:** React 18 + TypeScript (веб-интерфейс)
- **Backend:** Laravel 10 + PHP 8.1 (REST API)
- **ML Серверы:** Python 3 (4 независимых сервера для машинного обучения)
- **База данных:** PostgreSQL 17
- **Веб-сервер:** Nginx (reverse proxy)

## 2. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### 2.1. Основные модули системы

#### 2.1.1. Модуль управления данными

- **Импорт данных:** Загрузка производственных данных из CSV/Excel файлов - Поддержка форматов: АК (автоклав), АПТ (автоклавная парообработка), ОТК (отдел технического контроля) - Автоматический парсинг и валидация данных - История загрузок с возможностью просмотра и удаления - Синхронизация данных между различными источниками
- **Хранение данных:** Централизованное хранение всех производственных данных - Структурированное хранение в PostgreSQL - Версионирование данных - Поиск и фильтрация по различным параметрам

#### 2.1.2. Модуль контроля качества

- **Мониторинг параметров:** Отслеживание производственных параметров в реальном времени - Визуализация текущих показателей - Выявление отклонений от норм - Алерты при критических значениях
- **Учет записей контроля качества:** Ведение журнала проверок - Добавление, редактирование и удаление записей - Импорт/экспорт данных в CSV - Фильтрация и поиск по датам и параметрам

#### 2.1.3. Модуль лабораторных исследований

- **Управление исследованиями:** Ведение базы лабораторных испытаний - Регистрация проб и образцов - Протоколы испытаний - Журнал результатов исследований
- **Импорт/экспорт:** Загрузка и выгрузка данных исследований - CSV импорт/экспорт - Интеграция с внешними системами

#### *2.1.4. Модуль аналитики и машинного обучения*

- **Предиктивный анализ:** Прогнозирование качества продукции с использованием ML-моделей - **CatBoost:** Градиентный бустинг для классификации дефектов - **LightGBM:** Быстрый градиентный бустинг для прогнозирования - **RandomForest:** Ансамблевая модель для анализа параметров
- **Функции анализа:** - Прогнозирование вероятности дефектов по 7 категориям - Определение важности параметров (feature importance) - Оптимизация производственных параметров - Генерация прогнозных линий (forecast lines) - Анализ оптимальных значений параметров
- **Обучение моделей:** Возможность обучения новых моделей на исторических данных - Автоматическое разбиение на обучающую и валидационную выборки - Кросс-валидация (5 фолдов) - Метрики качества: Precision, Recall, F1-score, ROC-AUC

#### *2.1.5. Модуль прогнозов*

- **Генерация прогнозов:** Создание прогнозов на основе обученных моделей - Выбор модели (CatBoost, LightGBM, RandomForest) - Настройка параметров прогнозирования - Визуализация результатов

#### *2.1.6. Информационно-аналитическая таблица*

- **Сводная аналитика:** Комплексный анализ всех производственных данных - Агрегация данных из различных источников - Сравнительный анализ показателей - Экспорт отчетов

#### *2.1.7. Модуль управления пользователями*

- **Управление доступом:** Система ролей и прав доступа - Создание, редактирование и удаление пользователей - Назначение ролей (администратор, пользователь) - Управление правами доступа к модулям - Первый зарегистрированный пользователь автоматически получает права администратора

#### *2.1.8. Модуль профиля пользователя*

- **Управление профилем:** Настройка личного профиля - Изменение персональных данных - Смена пароля - Настройки интерфейса

## **2.2. Технические характеристики**

### *2.2.1. ML-модели*

- **Архитектура:** Ансамбль из 5 моделей для каждой категории дефектов (7 категорий)
- **Метод усреднения:** Voting ensemble (усреднение вероятностей)
- **Метрики качества:** F1-score, Precision, Recall, ROC-AUC
- **Время обучения:** Зависит от объема данных (обычно 10-30 минут)
- **Время прогнозирования:** < 1 секунды на запрос

### *2.2.2. API*

- **Протокол:** REST API
- **Аутентификация:** Laravel Passport (OAuth2)
- **Формат данных:** JSON
- **Rate Limiting:** 10 000 запросов в минуту
- **Таймауты:** - PHP execution time: безлимит (0) - Memory limit: 4096 MB - Nginx proxy timeout: 3600 секунд - FastCGI timeout: 3600 секунд

### *2.2.3. Производительность*

- **Одновременные пользователи:** До 100 (зависит от сервера)
- **Размер загружаемых файлов:** До 100 MB
- **Время отклика API:** < 500 мс (обычно)
- **Время загрузки страницы:** < 2 секунды

## 3. СИСТЕМНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

### 3.1. Требования к серверу

#### *Минимальные требования:*

- **ОС:** Ubuntu 20.04+ или Debian 11+
- **CPU:** 2 ядра
- **RAM:** 4 GB
- **Диск:** 20 GB свободного места
- **Сеть:** Стабильное интернет-соединение

#### *Рекомендуемые требования:*

- **ОС:** Ubuntu 22.04 LTS
- **CPU:** 4+ ядра
- **RAM:** 8+ GB
- **Диск:** 50+ GB SSD
- **Сеть:** Выделенный IP-адрес, открытые порты

### 3.2. Требования к портам

Необходимо открыть следующие порты:

- **3000:** Frontend (веб-интерфейс)
- **8000:** Backend API
- **5432:** PostgreSQL (опционально, для внешнего доступа)
- **1082-1085:** ML серверы (внутренние, не требуют внешнего доступа)



### 3.3. Программное обеспечение

Система автоматически устанавливает:

- **Docker:** 20.10+
- **Docker Compose:** 2.0+
- **Git:** 2.25+
- **Git LFS:** 2.13+ (для загрузки дампа БД)

