



Архитектура программы для ЭВМ  
«Решение по оптимизации  
производственных процессов  
Тайга Дайнемикс»  
(Taiga Dynamics)

## **Содержание**

|  |          |
|--|----------|
| <b>Используемые термины и сокращения</b> | <b>2</b> |
| <b>Введение</b>                          | <b>3</b> |
| <b>Контекст</b>                          | <b>3</b> |
| <b>Компоненты</b>                        | <b>4</b> |
| Compute services                         | 5        |
| Control services                         | 6        |
| Monitoring service                       | 7        |
| Trainer services                         | 7        |

## Используемые термины и сокращения

|                              |  |
|------------------------------|--|
| РО                           | Программа для ЭВМ «Решение по оптимизации производственных процессов Тайга Дайнемикс» (Taiga Dynamics), совокупность приложений, разработанных для оптимизации и повышения эффективности управления объекта оптимизации  |
| АСУТП                        | Автоматизированная система управления технологическими процессами  |
| ПО                           | Программное обеспечение  |
| ТП                           | Технологический процесс  |
| Платформа машинного обучения | Программный комплекс (программа для ЭВМ) «Платформа Тайга Дайнемикс», обеспечивающий жизненный цикл эксплуатации приложений машинного обучения, включая интеграцию с источниками данных, аналитические инструменты работы с данными, визуальное представление обработанных данных и приложений машинного обучения.   |
| Сигнал                       | Сущность, которая содержит в себе последовательность точек данных и метаинформацию об этих данных. Каждая точка данных – это пара <время, значение>. Значение может быть числовым или текстовым. Сигнал обычно соответствует каким-либо измерениям с датчиков, установленных на предприятии заказчика, либо это данные, сгенерированные приложениями решения по оптимизации. |
| MES                          | Manufacturing execution system - система управления производственными процессами   |

## Введение

Целью эксплуатации оптимизационного решения является рост выпуска готовой продукции, при неухудшении качества, и помощь технологическому персоналу в управлении производственными процессами. Решение должно быть развернуто на платформе машинного обучения. Отдельные настройки решения могут адресовать вопросы повышения производительности, минимизации количества и времени незапланированных простоев, повышение коэффициента извлечения и пр.

Решение по оптимизации имеет сервис-ориентированную архитектуру ПО. Набор сервисов может варьироваться в зависимости от нужд клиента и конкретной бизнес задачи.

## Контекст

Цель совокупности приложений для оптимизации производственного процесса - оценка текущей активности производства, поддержание целевых значений показателей при управлении технологическим процессом на основе вычисленных (прогнозируемых) значений, которые обеспечивают оптимальную производительность.

Программное обеспечение для оптимизации производства следует рассматривать как систему отдельных, "специализированных по задачам" приложений, которые вместе обеспечивают полный цикл алгоритма оптимизации.

Шаги при вычислении РО воздействий на объект управления могут быть описаны следующей последовательностью:

1. Сбор текущих данных о процессе, получаемых из различных систем клиента (например, АСУТП);
2. Вычисление целевых значений основных параметров на основе предсказания текущего состояния производства на XX минут вперед (горизонт прогноза зависит от постановки задачи заказчиком);
3. Генерация набора оптимальных способов управления производством с помощью реализованных в ходе разработки РО алгоритмов ;
4. Комбинирование оптимальных способов управления производством для вычисления наилучшего по некоторому заданному критерию;
5. Отправка наилучшего решения в систему клиента и контроль его выполнения.

Для возможности осуществления работы Решения по оптимизации в ландшафте заказчика необходим доступ к данным заказчика. Источниками данных могут быть АСУТП, MES, хранилища данных или файлов.

Все сервисы поставляются в виде докер образа(ов) с набором конфигураций, которые могут быть развёрнуты у клиента. Поэтому необходимо обеспечить доступность хранилища docker-образов.

## Компоненты

Для итоговой сборки РО используется набор внутренних инструментов из библиотеки MDK (ML Development Kit), являющийся собственной разработкой ООО “Рокет Контрол”. MDK представляет собой кодовую базу, содержащую ряд компонентов для построения решений по оптимизации заводского оборудования.

Типичный набор сервисов MDK, поставляемый клиенту, представлен на диаграмме (Рис. 1):

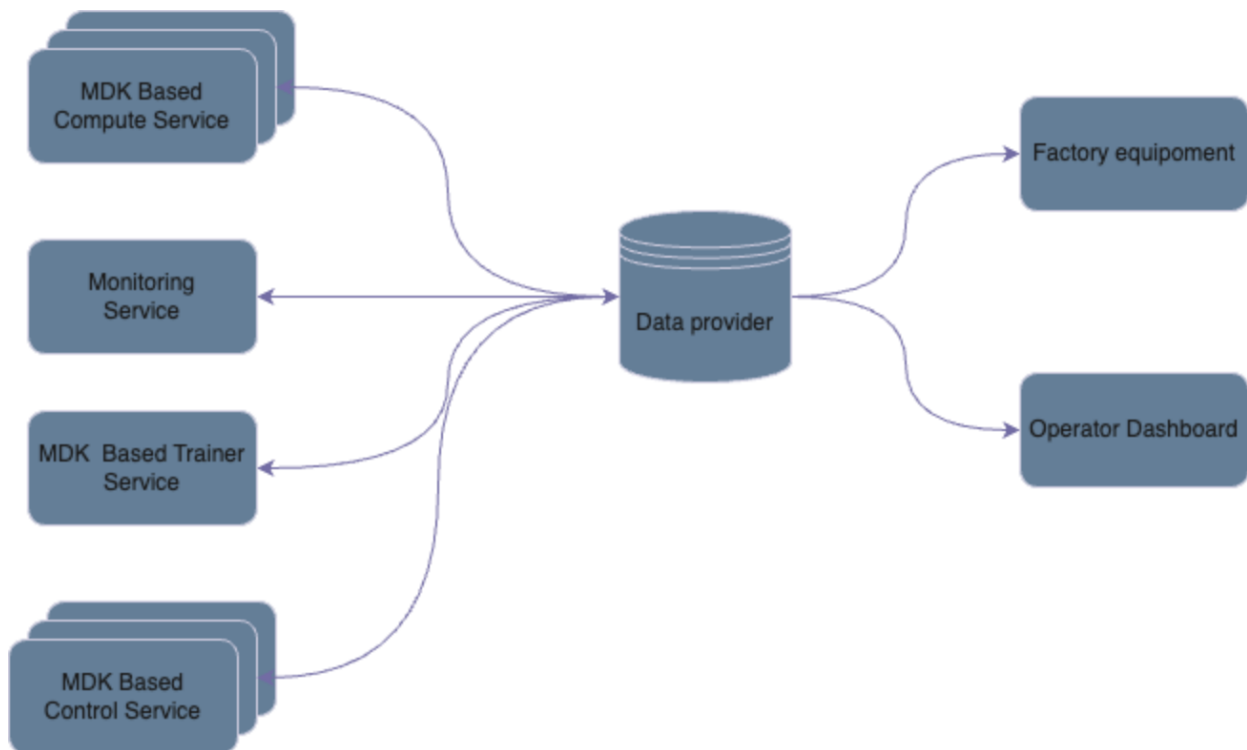


Рис.1 Типичный набор сервисов решения по оптимизации

- **Compute services** - сервис или набор сервисов, осуществляющий операции с данными для вычисления новых сигналов, которые потом могут быть использованы в control services;
- **Control services** - сервис или набор сервисов, осуществляющих непосредственное управление оборудованию или, в случае рекомендательной системы, предоставляющих рекомендованные управляющие воздействия для операторов.
- **Monitoring service** - сервис, осуществляющий мониторинг состояния работающего решения
- **Trainer service** - сервис, позволяющий обучать и сохранять модели машинного обучения, если они требуются для работы сервисов вычислений и контроля

## Compute services

Набор сервисов, реализующих операции с данными для вычисления виртуальных сигналов, включающий следующие компоненты:

1. **Evaluator** - компонент, который применяет выражения к сигналам. Область применения:
  - Простые вычисления, которые могут быть представлены в виде последовательности выражений;
  - Реализация булевых сигналов для использования в других приложениях (фильтры, переключатели контроллеров и т.д.);
  - Слияние сигналов. Пример: запись уставок для автоматического и ручного управления в один и тот же сигнал в зависимости от заданного условия.

Evaluator - мощный инструмент, который может быть использован для выполнения базовых математических операций над сигналами. Evaluator позволяет оптимизировать обработку данных и уменьшить количество кода, необходимого для базовых задач обработки данных..

2. **Transformations** - компонент, который дает пользователю возможность выполнять различные типы преобразований данных в формате pandas DataFrame. Компонент **transformations** в отличие от **evaluator** позволяет реализовывать обработку данных с помощью сложных математических функций. Компонент **transformations** поддерживает реализацию цепочек последовательных преобразований - пайплайнов. Их цель - объединить связанные шаги преобразования, которые необходимы для достижения определенной цели, например, генерации функций для модели машинного обучения.

Таким образом, compute service представляет собой гибкую и мощную систему, способную выполнять широкий спектр задач, связанных с обработкой и анализом данных.

## Control services

Сервисы управления оборудованием или рекомендательные системы - это сервис или набор сервисов, осуществляющих непосредственное управление оборудованием или предоставляющих рекомендованные управляющие воздействия для операторов. Включает в себя следующие компоненты:

- инструменты для идентификации модели процесса;
- контроллеры;

**Инструменты для идентификации** позволяют получать математическую модель объекта управления (цифровой двойник) на основе накопленных данных. Математическая модель объекта управления необходима для прогнозирования технологических процессов с целью эффективной компенсации запаздывания и подавления внешних возмущений в контуре управления. Библиотека MDK поддерживает современные методы идентификации, позволяющие получать высокоточные модели процессов с необходимыми свойствами.

**Контроллеры** - ключевой компонент процесса оптимизации оборудования. Они позволяют производить новые управляемые переменные на основе входных данных. Эти переменные могут быть использованы для оптимизации работы оборудования путем регулирования определенных параметров в реальном времени. Контроллеры включают следующие технологические решения :

1. **Системы нечеткого вывода.** Технология нечеткого управления позволяет реализовывать системы управления для динамических объектов, используя экспертные знания о их поведении. Нечеткое управление основано на наборе математических методов, называемых нечеткой логикой. Концепция нечеткой логики содержит большое количество различных подходов к решению задач управления. Библиотека MDK поддерживает реализацию нечетких систем типа 1 и интервальных нечетких систем типа 2 с выводом Мамдани.
2. **Модельно-предсказательное управление (MPC).** Модельно-предсказательное управление – это продвинутый метод управления многомерными системами. В отличие от традиционных методов управления, например, PID-управления, где корректировка осуществляется исходя из текущих отклонений или ошибок между желаемым и фактическим значениями, модельно-предсказательное управление фокусируется на прогнозировании и оптимизации поведения системы в ближайшем будущем. Основным принцип модельно-предсказательного управления – на каждом этапе управления решать задачу оптимизации в пределах заданного временного горизонта, чтобы выявить наиболее оптимальные управляющие воздействия.
3. **SwitchController** - этот контроллер дает возможность переключаться между различными стратегиями управления на основе указанных условий и приоритета контроллера.

Таким образом, сервисы управления оборудованием или рекомендательные системы представляют собой гибкую и мощную систему, способную выполнять широкий спектр задач, связанных с управлением и оптимизацией работы оборудования.

## Monitoring service

Сервис мониторинга - это сервис, осуществляющий мониторинг состояния работающего решения. Эта система состоит из следующих компонентов:

1. **Watchdog** - сервис, который записывает и агрегирует информацию обо всех статусах, указанных в файле конфигурации. Через регулярные интервалы этот сервис проверяет, все ли другие статусы, указанные в файле конфигурации, все еще работают. Если от них нет данных в указанный период времени, главный WatchDog прекращает запись, что является знаком о том, что есть неполадки в работе наблюдаемого приложения.
2. **Email service** - приложение Email service отправляет уведомления в случае возникновения чего-то важного. Условия, которые вызывают отправку уведомления, представлены в виде последовательности выражений

Таким образом, сервис мониторинга представляет собой эффективный инструмент для отслеживания состояния работающего решения и своевременного оповещения о возможных проблемах или важных событиях. Это помогает обеспечить стабильность и надежность системы, своевременно реагируя на возникающие проблемы.

## Trainer services

Сервис обучения (Trainer service) - это сервис, позволяющий обучать и сохранять модели машинного обучения, которые требуются для работы сервисов вычислений и управления. Эта система включает в себя следующие особенности:

- Trainer периодически выполняется на входных данных с указанной частотой для переобучения моделей.

Таким образом, сервис обучения представляет собой мощный инструмент для обучения и сохранения моделей машинного обучения, что позволяет эффективно использовать эти модели в сервисах вычислений и системах управления. Сервис обучения обеспечивает адаптивность математических моделей, что гарантирует эффективную работу оптимизационного решения в реальных условиях производства.