

**Общее описание
Программы для ЭВМ Модуль цифровой когнитивной
платформы «Контроль гранулометрического состава
сыпучих материалов»**

Оглавление

Термины и определения	3
1. Введение	5
2. Назначение Программы	6
3. Описание интерфейса администрирования Программы	9
3.1. Авторизация подключения.....	9
3.2. Общий вид дашборда и элементы управления.....	9
3.3. Дашборд оператора.....	10
3.4. Дашборд начальника смены.....	11
3.5. Видеопоток.....	12
3.6. Индикаторы текущих и средних показателей.....	12
3.7. Графики временных рядов.....	13
3.8. Журнал уведомлений и статус системы.....	13
3.9. Средние значения за смену и за неделю.....	14
3.10. Задание порога качества брикетов.....	14
3.11. Экспорт данных.....	15
3.12. Интерпретация показателей и технический контроль.....	15

Термины и определения

Термин	Определение
CV	Computer Vision (компьютерное зрение).
Grafana	Программное обеспечение с открытым исходным кодом для визуализации, мониторинга и анализа данных.
WebRTC	Web Real-Time Communication – технология передачи потокового видео и аудио в реальном времени через браузер.
CSV	Comma-Separated Values – текстовый формат хранения табличных данных.
XLSX	Формат электронных таблиц Microsoft Excel для выгрузки архивных данных.
БД	База данных.
ОС	Операционная система.
ПО	Программное обеспечение.
Программа	Модуль цифровой когнитивной платформы «Контроль грансостава сыпучих материалов».
СУБД	Система управления базами данных.
Дашборд	Интерактивная панель визуализации данных, отображаемая в веб-браузере.
Грансостав	Гранулометрический состав сыпучего материала, выраженный долями фракций или классов крупности.
Сыпучие материалы	Материалы, перемещаемые потоком по производственной линии или конвейеру и подлежащие контролю гранулометрического состава.
Целые брикеты	Класс продукции, соответствующий требованиям к целостности и размеру брикетов.
Сломанные брикеты	Класс продукции с нарушенной геометрией или целостностью брикета.
Мелкая фракция	Мелкий материал, отсев или крошка, выделяемые моделью компьютерного зрения.

Окно агрегации	Интервал усреднения данных, применяемый при построении графиков, расчёте средних значений и экспорте.
Порог качества	Минимально допустимая доля целых брикетов, ниже которой формируется предупреждение.
Видеопоток	Последовательность кадров с камеры контроля материала, отображаемая в дашборде в реальном времени.

1. Введение

Программа предназначена для непрерывного автоматизированного мониторинга гранулометрического состава потока сыпучих материалов и контроля качества брикетов на производственном участке. Объектом контроля является материал, перемещаемый по линии или конвейеру и попадающий в зону обзора видеокамеры.

В основе Программы лежит использование видеокамеры, подключённой к вычислительному модулю. Вычислительный модуль обрабатывает видеопоток в режиме реального времени, применяет алгоритмы компьютерного зрения и рассчитывает доли основных классов материала: целых брикетов, сломанных брикетов и мелкой фракции.

Рассчитанные в Программе показатели архивируются в базе данных и визуализируются на интерактивных дашбордах. Для разных ролей предусмотрены отдельные представления: дашборд оператора для оперативного контроля текущего состояния линии и дашборд начальника смены для анализа сменных и недельных показателей, настройки порога качества и выгрузки архивных данных.

Программа разворачивается на базе операционной системы Linux, построена на микросервисной архитектуре с использованием контейнеризации Docker. В качестве СУБД используется PostgreSQL, визуализация данных осуществляется при помощи платформы Grafana. Основным интерфейсом взаимодействия пользователя с Программой является веб-дашборд, доступный через браузер после авторизации.

2. Назначение Программы

Программа предназначена для количественной оценки гранулометрического состава сыпучих материалов и контроля соотношения классов продукции на производственной линии. Основная задача Программы – предоставить персоналу предприятия непрерывный инструмент наблюдения за качеством потока материала, позволяющий своевременно выявлять снижение доли целых брикетов, рост доли сломанных брикетов или увеличение количества мелкой фракции.

Обработка данных выполняется на основании видеопотока с камеры, направленной на поток материала или участок контроля брикетов. Модель компьютерного зрения анализирует кадры, классифицирует элементы потока по основным классам и формирует агрегированные показатели в процентах. Помимо долей классов, Программа рассчитывает среднюю уверенность модели, что позволяет дополнительно оценивать устойчивость работы алгоритма на текущем видеопотоке.

Программа поддерживает отображение данных по выбранному конвейеру или линии. Для этого в интерфейсе предусмотрен селектор конвейера, с помощью которого пользователь выбирает контролируемую точку. Все панели дашборда – индикаторы, графики временных рядов, журнал уведомлений, видеопоток, статус системы и температурные показатели вычислительного модуля – синхронно перестраиваются для выбранного источника данных.

Для оценки качества продукции используется порог доли целых брикетов. Если фактическое значение опускается ниже заданного порога, Программа формирует событие в журнале уведомлений и изменяет статус системы. Такой механизм позволяет быстро отделять штатный режим работы от ситуации, требующей проверки технологического режима, состояния оборудования, качества исходного материала или условий транспортировки.

Программа может использоваться как самостоятельный инструмент производственного мониторинга или как часть цифровой платформы предприятия. Основной результат работы Программы –

формирование непрерывного архива показателей грансостава, визуализация текущего состояния потока материала и предоставление средств анализа качества продукции за выбранные интервалы времени, рабочие смены и недельные периоды.

К основным функциям Программы относятся:

- **Видеотрансляция** потока сыпучего материала или участка контроля брикетов в реальном времени на дашборде;
- **Автоматическая классификация** материала по основным классам: целые брикеты, сломанные брикеты и мелкая фракция;
- **Расчёт долей классов материала** в процентах за выбранный временной диапазон и окно агрегации;
- **Расчёт средней уверенности модели** по кадрам или агрегированным интервалам для контроля устойчивости работы алгоритма;
- **Отображение временных рядов** по доле целых брикетов, доле сломанных брикетов, доле мелкой фракции и заданному порогу качества;
- **Формирование уведомлений** при снижении доли целых брикетов ниже установленного порога, отсутствии материала на конвейере или изменении состояния линии;
- **Отображение статуса системы** в виде текстовой панели, отражающей наиболее актуальное состояние контролируемой линии;
- **Расчёт средних значений за смену** с распределением долей классов материала по рабочим сменам;
- **Анализ недельной динамики** качества продукции по агрегированным данным за недельные периоды;
- **Задание порога качества** для минимально допустимой доли целых брикетов на дашборде начальника смены;
- **Архивирование рассчитанных показателей** в базе данных для последующего анализа и отчётности;
- **Экспорт данных** за выбранный период в форматах CSV и XLSX с заданным окном агрегации;
- **Контроль состояния оборудования** по температурным индикаторам процессора и накопителя вычислительного модуля;

- **Поддержка ролевых представлений** с отдельными дашбордами для оператора и начальника смены.

3. Описание интерфейса администрирования Программы

Доступ к дашбордам Программы осуществляется через веб-браузер по IP-адресу или доменному имени вычислительного модуля с указанием порта сервиса визуализации. Интерфейс построен на базе Grafana и предназначен для просмотра текущих значений, анализа архивных показателей, контроля видеопотока, работы с уведомлениями и выполнения операций выгрузки данных.

3.1. Авторизация подключения

При открытии адреса в браузере отображается страница авторизации Grafana. Для входа необходимо ввести:

- **Логин** — имя пользователя, предоставленное администратором системы;
- **Пароль** — пароль учётной записи.

После успешной авторизации пользователь перенаправляется на доступный ему дашборд Программы в соответствии с назначенной ролью. Разделение представлений позволяет предоставить оператору инструменты оперативного контроля, а начальнику смены — дополнительные функции анализа, настройки порогов и экспорта архивных данных.

3.2. Общий вид дашборда и элементы управления

Дашборд Программы представляет собой единую страницу, включающую панели визуализации показателей, журналы уведомлений, видеопоток с камеры, виджеты управления и панели состояния оборудования.

В верхней части дашборда расположены элементы управления:

- **Селектор конвейера** — выпадающий список, позволяющий выбрать конкретную линию или конвейер для отображения соответствующих данных на всех панелях дашборда;
- **Окно агрегации** — выпадающий список для выбора интервала усреднения данных в секундах, применяемого при построении графиков и расчёте средних значений;

- **Временной диапазон** — стандартный селектор Grafana для выбора отображаемого временного интервала на графиках, например последние 30 минут, последний час или произвольный диапазон;
- **Кнопка обновления** — элемент Grafana для принудительного обновления панелей и настройки периода автоматического обновления.

3.3. Дашборд оператора

Дашборд оператора предназначен для текущего контроля качества потока материала и оперативного реагирования на отклонения. На панели отображаются текущие и усреднённые значения долей классов материала, журнал уведомлений, временные ряды, видеопоток, статус системы и температура оборудования.

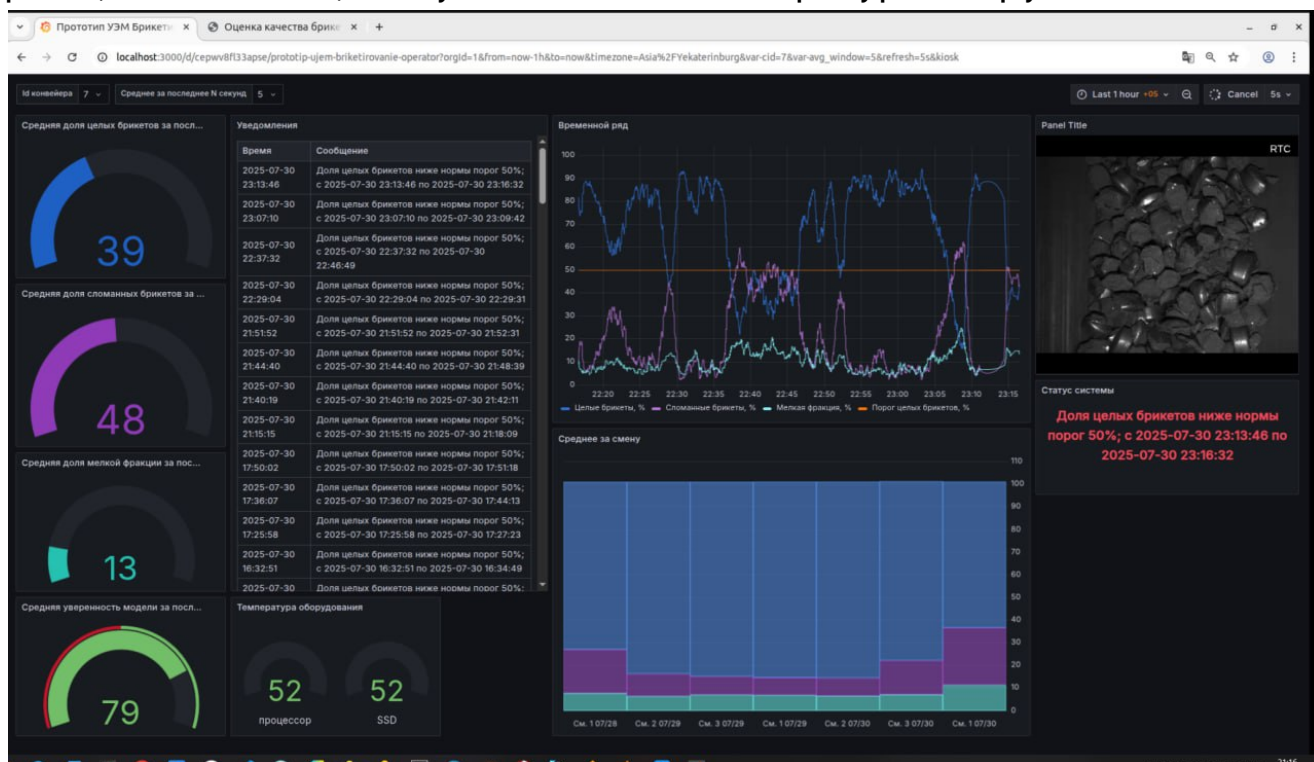


Рисунок 1 – Общий вид дашборда оператора

На дашборде оператора отображаются следующие ключевые блоки:

- индикаторы средней доли целых брикетов, сломанных брикетов и мелкой фракции за выбранный период;
- индикатор средней уверенности модели за выбранный период;

- журнал уведомлений о выходе показателей за установленные пороги;
- график временных рядов по основным показателям качества;
- панель «Среднее за смену» с распределением классов материала по рабочим сменам;
- видеопоток с камеры контроля материала;
- панель «Статус системы» с текстовым описанием текущего состояния;
- индикаторы температуры процессора и накопителя вычислительного модуля.

3.4. Дашборд начальника смены

Дашборд начальника смены содержит все основные панели оперативного контроля, а также расширенные инструменты для управления порогом качества брикетов, выгрузки архивных данных и анализа средних показателей за смену и неделю.

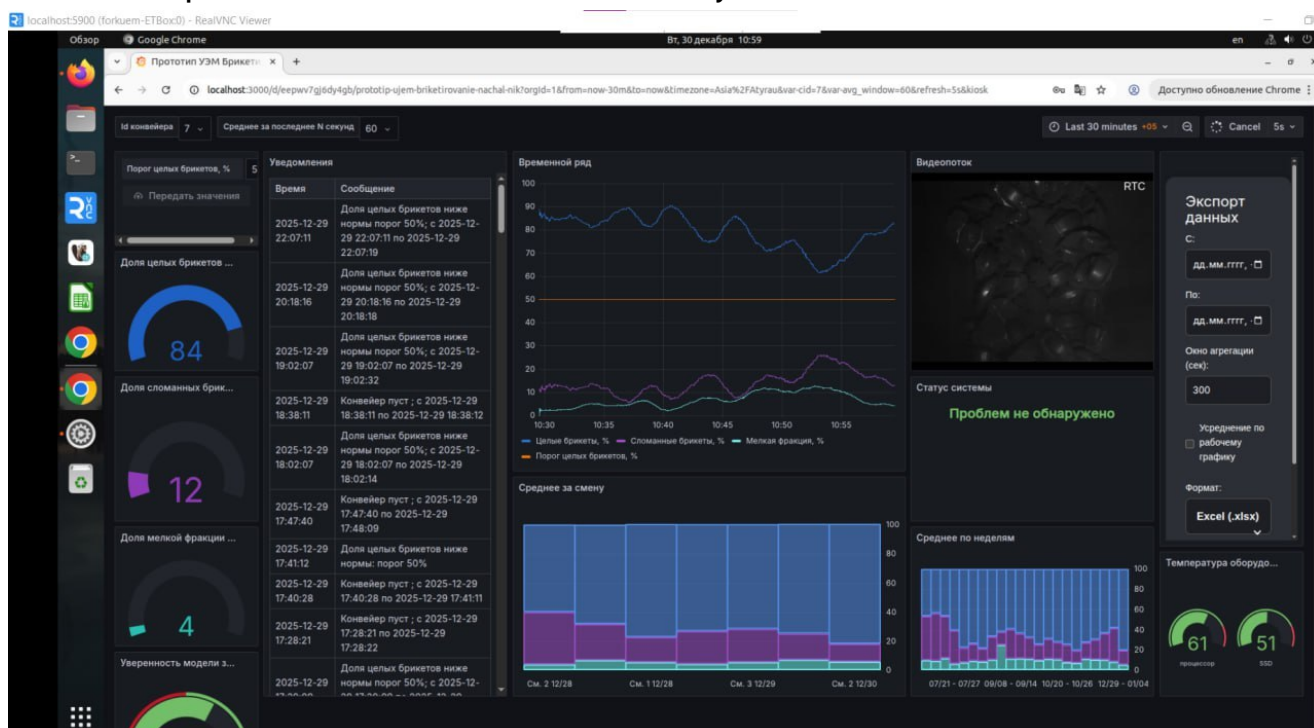


Рисунок 2 – Общий вид дашборда начальника смены

Дополнительно на дашборде начальника смены доступны:

- виджет задания порога доли целых брикетов, ниже которого формируется предупреждение;

- виджет экспорта данных в форматах CSV и XLSX;
- параметр усреднения по рабочему графику, позволяющий формировать данные посменно;
- выгрузка по произвольному временному окну с заданным окном агрегации;
- панель «Среднее по неделям» для анализа недельной динамики распределения классов материала.

3.5. Видеопоток

Панель «Видеопоток» отображает изображение с камеры, направленной на поток сыпучего материала или участок контроля брикетов. Видеопоток используется для визуальной проверки состояния материала и сопоставления результатов работы модели компьютерного зрения с фактической картиной на линии.

В правом верхнем углу панели видеопотока отображается индикатор используемого формата передачи видео, например «RTC» при использовании протокола WebRTC. Видеопоток может транслироваться через встроенный видеосервер и отображаться непосредственно в дашборде.

3.6. Индикаторы текущих и средних показателей

Индикаторы в левой части дашборда отображают обобщённые значения по выбранному временному диапазону и окну агрегации. Значения представлены в процентах и позволяют быстро оценить состояние потока без анализа временного графика.

Основные индикаторы:

- **Средняя доля целых брикетов** — отношение материала, классифицированного как целые брикеты к общему количеству материала (в процентах);
- **Средняя доля сломанных брикетов** — отношение материала, классифицированного как сломанные брикеты к общему количеству материала (в процентах);
- **Средняя доля мелкой фракции** — отношение мелкого материала и крошки к общему количеству материала (в процентах);

- **Средняя уверенность модели** – усреднённая уверенность алгоритма классификации по кадрам или агрегированным интервалам.

Цвет и положение шкалы индикатора позволяют визуально оценить близость показателя к целевому или допустимому диапазону. Для показателя доли целых брикетов критически важным является превышение заданного минимального порога качества.

3.7. Графики временных рядов

Панель «Временной ряд» отображает динамику основных показателей во времени. На графике одновременно визуализируются:

- доля целых брикетов, %;
- доля сломанных брикетов, %;
- доля мелкой фракции, %;
- порог целых брикетов, %.

Порог целых брикетов отображается в виде горизонтальной линии. Если доля целых брикетов опускается ниже порога, Программа формирует уведомление и изменяет статус системы. График позволяет анализировать кратковременные провалы качества, устойчивые тренды и взаимосвязь между ростом мелкой фракции и снижением доли целых брикетов.

Окно агрегации влияет на степень сглаживания графика: при малом значении отображаются более детальные кратковременные изменения, при большом значении график показывает устойчивую тенденцию за интервал.

3.8. Журнал уведомлений и статус системы

Панель «Уведомления» содержит список событий, сформированных Программой при обнаружении отклонений или изменении состояния линии. Каждая запись включает время события и текст сообщения.

Типовые сообщения:

- «Доля целых брикетов ниже нормы» – значение доли целых брикетов опустилось ниже установленного порога;
- «Конвейер пуст» – в зоне контроля отсутствует материал или поток материала недостаточен для расчёта устойчивых показателей;

- «Проблем не обнаружено» – контролируемые показатели находятся в допустимом состоянии.

Панель «Статус системы» выводит наиболее актуальное состояние крупным текстом. При штатной работе отображается сообщение «Проблем не обнаружено». При отклонении отображается предупреждение, например о снижении доли целых брикетов ниже установленного порога за конкретный интервал времени.

3.9. Средние значения за смену и за неделю

Панель «Среднее за смену» отображает усреднённое распределение классов материала по сменам. Данные представлены в виде столбчатой диаграммы с накоплением, где каждая смена содержит доли целых брикетов, сломанных брикетов и мелкой фракции. Сумма долей по смене составляет 100%.

Панель применяется для оценки качества продукции в разрезе рабочего графика, сравнения смен между собой и выявления повторяющихся отклонений. На дашборде начальника смены дополнительно доступно усреднение по заданному рабочему графику, что позволяет учитывать фактическую сетку смен предприятия.

Панель «Среднее по неделям» отображает агрегированные данные по неделям. Она предназначена для анализа долгосрочной динамики качества и сравнения недельных периодов между собой.

3.10. Задание порога качества брикетов

Виджет задания порога предназначен для установки минимально допустимой доли целых брикетов. Порог используется при построении графика временного ряда, расчёте статуса системы и формировании уведомлений.

Для изменения порога пользователь вводит требуемое значение в поле «Порог целых брикетов, %» и нажимает кнопку «Передать значения». После сохранения горизонтальная линия порога на графике и статусы панелей обновляются. Если фактическая доля целых брикетов становится ниже заданного значения, Программа фиксирует событие в журнале уведомлений и отображает предупреждение на панели «Статус системы».

Параметр	Описание
Порог целых брикетов, %	Минимально допустимая доля целых брикетов, используемая для контроля качества и формирования предупреждений.
Окно агрегации	Интервал усреднения данных, влияющий на графики, индикаторы и экспортируемые значения.
Рабочий график	Режим группировки данных по сменам согласно заданной сетке рабочего времени.

3.11. Экспорт данных

Виджет «Экспорт данных» предназначен для выгрузки архивных данных по рассчитанным показателям за выбранный пользователем период. Экспорт доступен на дашборде начальника смены.

Для выполнения экспорта необходимо заполнить следующие поля:

- **С** — дата и время начала интервала выгрузки;
- **По** — дата и время окончания интервала выгрузки;
- **Окно агрегации (сек)** — интервал усреднения данных в секундах, например 300 для агрегации за 5 минут;
- **Усреднение по рабочему графику** — режим формирования агрегатов посменно согласно заданной сетке смен;
- **Формат** — формат выгружаемого файла: CSV (.csv) или Excel (.xlsx).

После заполнения параметров пользователь запускает выгрузку. Файл с данными формируется и загружается через браузер. При выгрузке по произвольному окну данные агрегируются по указанному интервалу, а при включении режима усреднения по рабочему графику группируются по сменам.

3.12. Интерпретация показателей и технический контроль

Высокая доля целых брикетов при низкой доле сломанных брикетов и мелкой фракции соответствует штатному режиму качества.

Снижение доли целых брикетов ниже установленного порога указывает на необходимость проверки технологического режима, состояния оборудования или качества исходного материала.

Рост доли сломанных брикетов может свидетельствовать о механическом разрушении продукции на участке транспортировки или об отклонениях в процессе формирования брикетов. Рост доли мелкой фракции может указывать на образование крошки, пересыпание материала, разрушение брикетов или изменение характера потока.

Низкая уверенность модели может быть связана с ухудшением качества изображения, загрязнением объектива, недостаточным освещением, нестабильным видеопотоком или наличием на конвейере объектов, отличающихся от обучающей выборки.

Для корректной работы Программы необходимо обеспечить стабильный видеопоток, достаточное освещение зоны контроля, отсутствие сильных бликов и механических вибраций камеры. Камера должна быть закреплена таким образом, чтобы зона контроля полностью попадала в кадр, а масштаб изображения не изменялся без повторной настройки.

Температурные индикаторы процессора и накопителя предназначены для контроля состояния вычислительного модуля. При достижении повышенных температур следует проверить вентиляцию, состояние корпуса, загрязнение фильтров и условия размещения оборудования. Остановка серверных компонентов Программы выполняется только администратором системы или ответственным специалистом согласно регламенту эксплуатации вычислительного модуля.