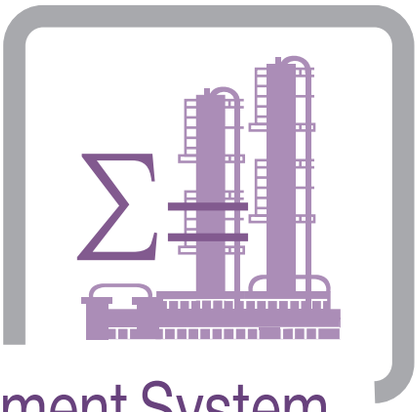


производственный учёт

InduSoft Data Reconciliation Management System

система сведения материального баланса

расчёт погрешности измерений

расстановка измерителей

поиск потерь

I-DRMS

сырьё

продукты

потери

АСРМБ

отчёты

деревья решений

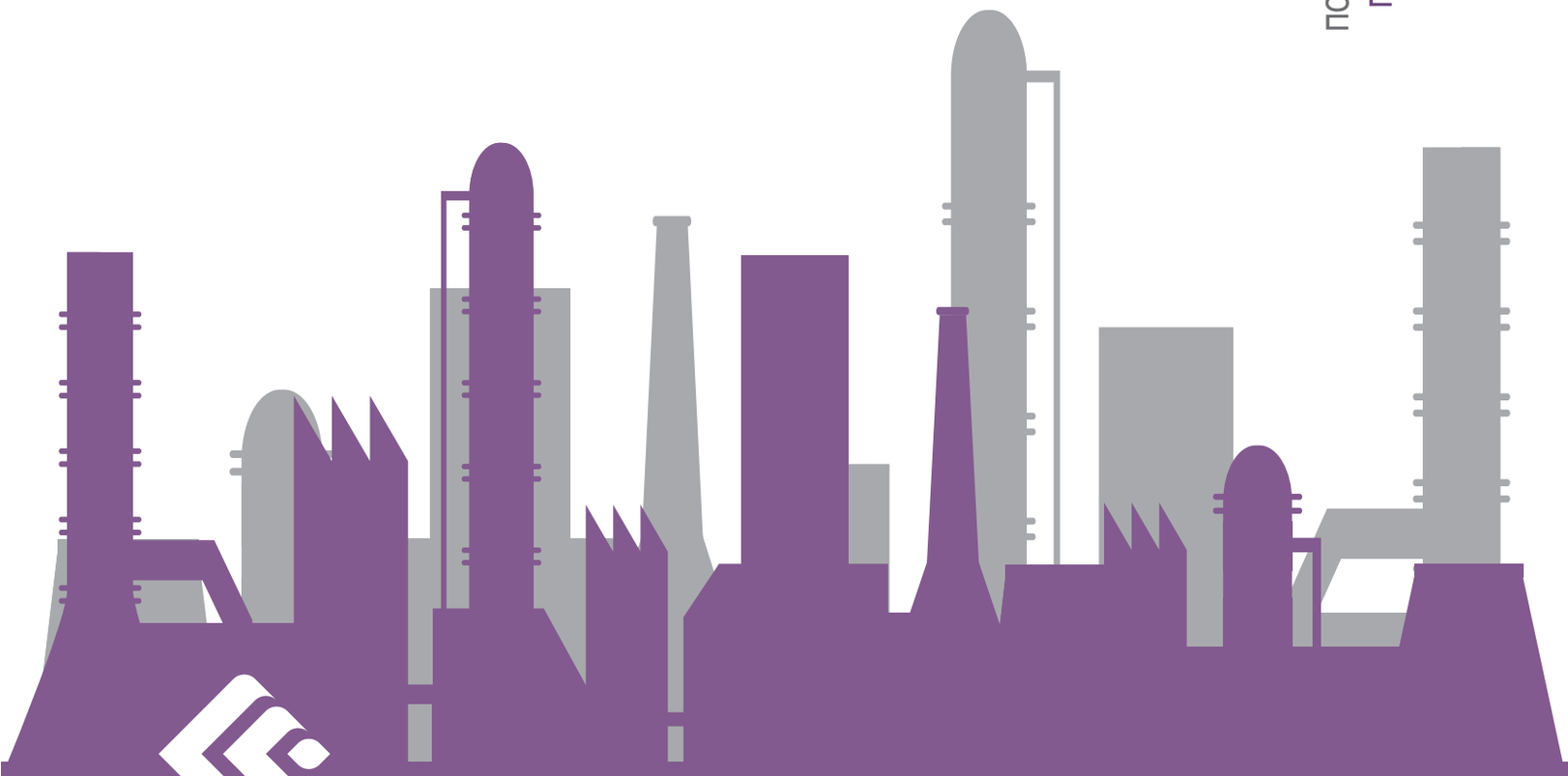
остатки в резервуарах

анализ измерительной системы

модель материальных потоков

пороги обнаружения

поиск ошибок измерений



ИНДАСОФТ
АЗИЯ

Программные продукты

СИСТЕМА СВЕДЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА I-DRMS
(InduSoft Data Reconciliation Management System)

ВВЕДЕНИЕ

Система сведения материального баланса I-DRMS предназначена для автоматизации расчёта согласованных материальных балансов, выявления грубых ошибок в измерениях и определения мест возникновения потерь. Развитые инструменты моделирования, расчёта и формирования отчётности делают систему I-DRMS незаменимой частью общей системы производственного учёта предприятия.

Система сведения материального баланса I-DRMS включена в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных.

Используемые в I-DRMS методики соответствуют рекомендации Государственной системы обеспечения единства измерений МИ 3534-2015 ГСИ (Методика расчёта материальных (массовых) балансов в сложных измерительных системах).

ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

Производственный учёт – важнейший управленческий процесс, влияющий на все аспекты тактики и стратегии предприятия. Основополагающим элементом в данном процессе, безусловно, является материальный баланс производства.

Однако расчёт согласованного непротиворечивого материального баланса сильно затруднен по ряду причин. Набор первичных измерений заведомо содержит ошибки, связанные с погрешностями приборов, каналы связи часто дают сбои, при ручном вводе некоторых данных возможны ошибки из-за влияния человеческого фактора, в модели материальных потоков возможны ошибки (пропущенные или, наоборот, лишние потоки). Всё это затрудняет проведение экономического и технологического анализа результатов работы предприятия.

Автоматизированная система сведения материального баланса I-DRMS успешно справляется с перечисленными проблемами и позволяет сформировать единый согласованный материальный баланс.

I-DRMS выполняет следующие функции:

- создание и ведение математической модели материальных потоков;
- обнаружение грубых ошибок в измерениях;
- выявление топологических ошибок в схеме материальных потоков;
- локализация и расчёт возможных потерь;
- расчёт материальных балансов;
- анализ эффективности измерительной системы и планирование её модернизации исходя из существующих приоритетов;
- обеспечение непротиворечивым балансом сторонних приложений.

Основная цель внедрения автоматизированной системы сведения материального баланса – автоматизация и регламентация бизнес-процесса производственного учёта. I-DRMS позволяет формировать единый согласованный материальный баланс, однозначно связанный с первичными измерениями.

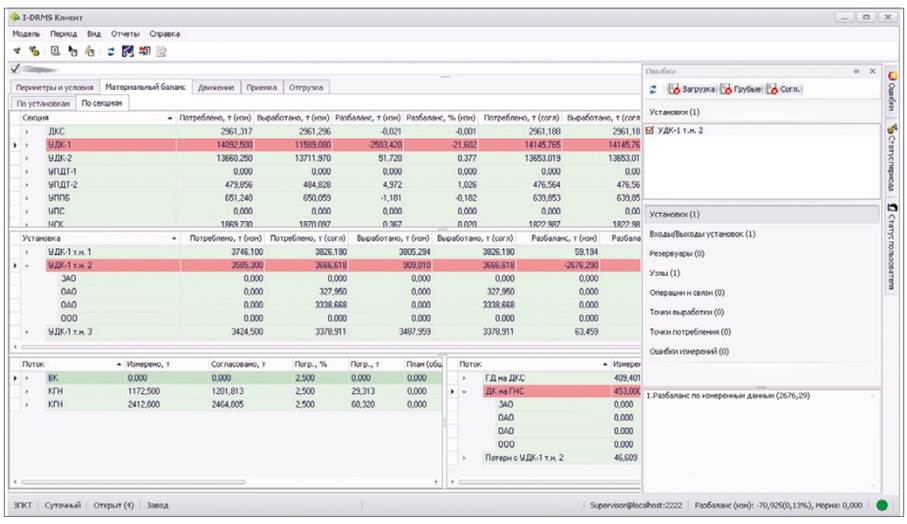
МОДЕЛИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ

Для создания математической модели реальные технологические схемы предприятия сводятся к упрощенным схемам материальных потоков. Определяется глубина моделирования производств, цехов и установок путём выделения балансовых объектов (узлов, резервуаров и установок).

Эти объекты в модели рассматриваются как «чёрный ящик» – отображаются только входы и выходы объектов, а их внутренние связи не рассматриваются. Учитываются потоки только между объектами и изменения в них запасов веществ.

Материальные потоки и запасы, в зависимости от цели создания модели, могут быть определены физической массой вещества потока (запаса) или выделенного из него целевого вещества (продукта), по которому сводится баланс.

Вся исходная информация для расчёта согласованного материального баланса формируется единой информационной системой производства, обеспечивающей сбор и унификацию данных из всех источников информации на предприятии (по датчикам, ёмкостям, анализаторам, транзакциям, приёмке, отгрузке и т.д.).



Предварительный анализ данных на наличие ошибок

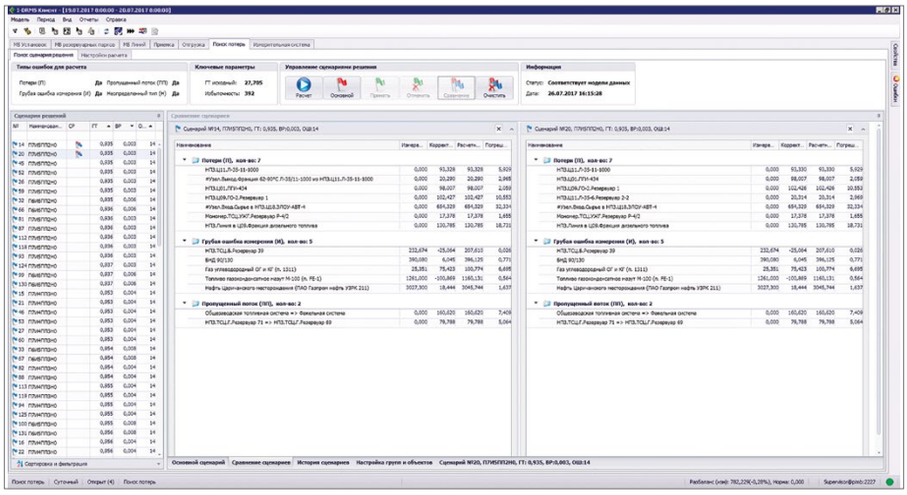
ПОИСК ГРУБЫХ ОШИБОК В ИСХОДНЫХ ДАННЫХ
(включая поиск потерь)

Существующие методики согласования данных и, в частности, сведения баланса опираются на предположение о том, что систематические ошибки уже устранены и ошибки в данных имеют случайную природу. Наличие в системе грубых ошибок (ошибок, выводящих дисбалансы в узлах за пределы метрологических ограничений) может при сведении баланса привести к завышенным и даже неприемлемым корректирующим измеренных данных. Поэтому условием применения методов сведения баланса является устранение в системе грубых ошибок.

В общем случае выделяются следующие типы грубых ошибок:

- ошибки измерений потоков и определений остатков;
- неидентифицированные потери в узлах балансировки (отток/приток массы);
- неучтённые операции перемещения материалов.

Поиск грубых ошибок в I-DRMS организован по принципу анализа вглубь (Drill Down), в рамках которого сначала с помощью статистических критериев решается задача обнаружения самого факта присутствия



Экран сравнения сценариев грубых ошибок для расчёта фактических потерь

в собранных данных одной или нескольких грубых ошибок (задача обнаружения). Если грубые ошибки обнаружены, то с помощью статистических критериев и специализированной настраиваемой пользователем экспертной системы решается задача определения мест возникновения грубых ошибок (задача локализации) и выявления их природы (задача идентификации). Результаты поиска грубых ошибок выдаются в виде набора сценариев грубых ошибок, отсортированных по вероятности их наступления.

После выбора наиболее вероятного сценария грубых ошибок приступают к их удалению из системы. Как правило, это делается путём соответствующей модификации модели материальных потоков с учётом признанных грубых ошибок.

РАСЧЁТ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА

При расчёте материальных балансов устраняются несоответствия между измеренными производственными данными и известными балансами массы. Результатом расчёта является нахождение таких минимальных поправок к измерениям, которые позволяют согласованным данным удовлетворять ограничениям, обусловленным законом сохранения масс. Материальный баланс сводится для соблюдения равенства входных и выходных потоков (с учётом изменения запасов) на любом объекте (резервуаре, установке, узле) предприятия. Выполнение таких условий автоматически означает выполнение балансовых условий как для любых структурных подразделений предприятия (цехов, участков и т.д.), так и для предприятия в целом. Дополнительно I-DRMS следит за соблюдением пределов метрологических допусков приборов, технологических ограничений и соотношений потоков.

Разбаланс по заводу

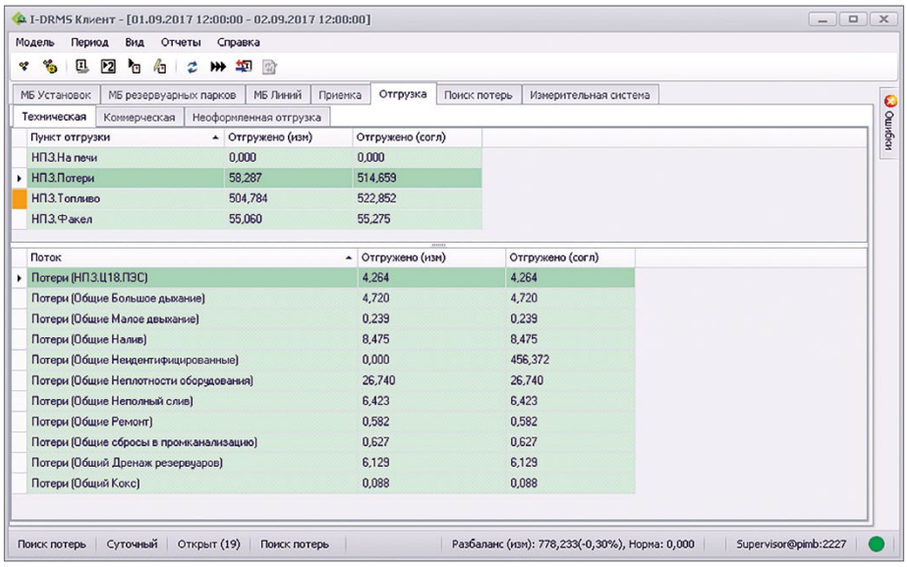
Тип данных	ОН	+	-	ОК	Разбаланс	Разбаланс %
Изм	379655,035	185172,139	182791,271	378344,466	3691,437	-0,658
Согл	379655,035	185001,928	186847,614	377809,349	0,000	0,000

Экран мониторинга разбаланса по предприятию

РАСЧЁТ ФАКТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ

Фактические потери на предприятии складываются из двух составляющих: идентифицированных и неидентифицированных потерь.

- Идентифицированные потери – часть потерь при производстве, хранении и/или транспортировке материалов, величина которых может быть оценена (рассчитана) на конкретный момент времени (например, потери товарной продукции при отгрузке в вагоны-цистерны и автомобильные цистерны, потери при подготовке к проведению ремонтов установок и оборудования и др.). Идентифицированные потери рассчитываются и включаются в модель материальных потоков с соответствующей погрешностью их определения.
- Неидентифицированные потери – часть потерь при производстве, хранении и/или транспортировке материалов, величина которых не может быть оценена (рассчитана) вследствие отсутствия данных об их источниках или отсутствия методик их расчёта (неисключённая составляющая систематической погрешности измерений, искажения в учёте, хищения и др.). Для расчёта неидентифицированных потерь используется модуль поиска грубых ошибок и потерь.



Представление данных по потерям

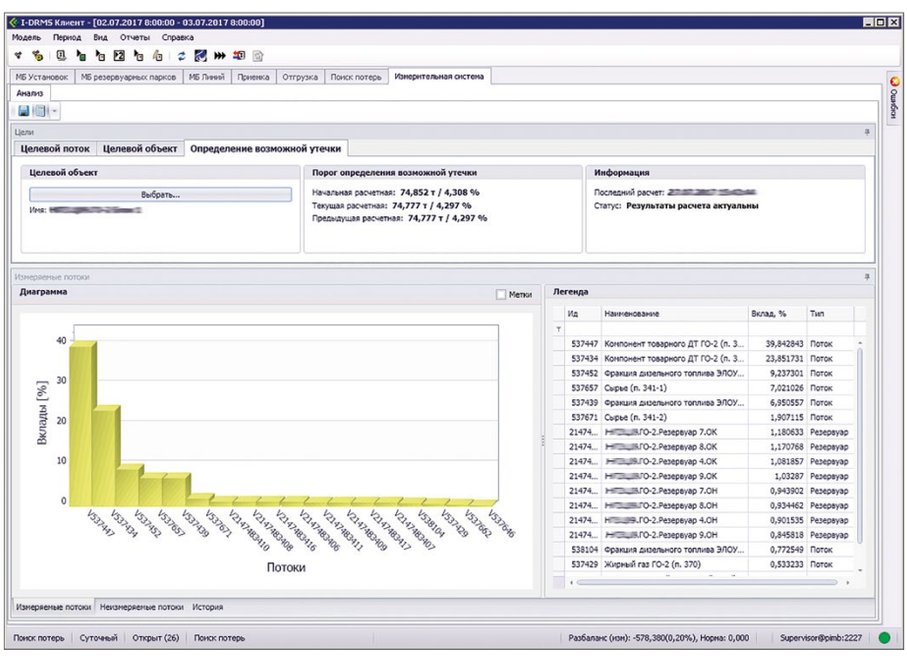
Фактические потери в целом по предприятию вычисляются как сумма значений идентифицированных и неидентифицированных потерь по всем местам их возникновения.

АНАЛИЗ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Для анализа и контроля качества измерительной системы в I-DRMS используются следующие функции:

- расчёт интегральной погрешности измерительной системы предприятия в целом и ключевых объектов в частности (определение значения минимального возможного обнаруживаемого небаланса, утечки);
- расчёт оценки «наблюдаемости» неизмеряемых материальных потоков;
- расчёт оценки «избыточности» измеряемых материальных потоков, избыточности измерительной системы в целом;
- расчёт абсолютных погрешностей измерений, скорректированных при сведении материального баланса и погрешностей наблюдаемых потоков;
- расчёт матриц влияния погрешностей каждого из средств измерений (СИ) на погрешности определения остальных потоков в системе, а также на пороги обнаружения возможных утечек;
- предоставление пользователю возможности производить анализ СИ в интерактивном режиме и планировать её модернизацию.

Данный функционал помогает эффективно модернизировать измерительную систему: оптимизировать расстановку измерительных приборов и формулировать требования к их классам точности.



Анализ вкладов измерителей в пороги обнаружения минимальной утечки в узле

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СВЕДЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА В СТРУКТУРЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧЁТА ПРЕДПРИЯТИЯ

Перед внедрением автоматизированной системы сведения материального баланса (АСРМБ) предприятию необходимо создать на уровне диспетчерского управления подсистему первичного производственного учёта. Подсистема первичного производственного учёта должна обеспечить:

- автоматизированный сбор всех измерений с АСУТП, АСТУЭ, ЛИМС;
- ручной ввод данных с неавтоматизированных объектов;
- управление нормативно-справочной информацией (метрологические характеристики измерений, массы систем);
- учёт движения сырья полуфабрикатов товарной продукции по предприятию;
- расчёт масс потоков и остатков в случае отсутствия прямого измерения масс;
- формирование оперативной отчётности по технологическим объектам, производствам и предприятию.

Сформированный набор первичных измерений автоматически передается в АСРМБ, что обеспечивает возможность связать все первичные измерения с агрегированными и согласованными значениями в АСРМБ.

Система сведения материального баланса является частью комплексной системы оперативного управления производством и обеспечивает другие её подсистемы достоверными оперативными данными по материальным балансам объектов предприятия для таких задач, как расчёт удельных затрат энергоресурсов на перерабатываемую тонну сырья, анализ план/факт и др.

Наличие согласованного материального баланса за суточные периоды даёт возможность повысить эффективность использования систем класса ERP. Например, рассчитывать себестоимость продукции, составлять объективные планы по переработке продукции, учитывая фактические возможности производства.

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

В состав системы входят:

Сервер I-DRMS-SM

Основные модули сервера:

- *Модуль хранения объектной модели и расчётных данных.*
- *Модуль источников данных (Data Reference).*
  Модуль предназначен для загрузки и обработки входных данных. Он позволяет загружать данные из различных источников, в том числе из реляционных БД, например, из SQL Server, из БДРВ (I-DS/TSDB компании «ИндаСофт», PI System компании OSIsoft, Proficy Historian компании GE IP), а также производить самостоятельные расчёты.
- *Модуль расширений.*
  Модуль позволяет подключать набор модулей, решающих разносторонние задачи, включая интеграцию с внешними АСУП.

Модуль формирования отчётов

- Сервер I-DRMS позволяет формировать отчёты с использованием сервера производственных отчётов платформы I-DS (программного продукта, разработанного специалистами «ИндаСофт»).
- Возможности формирования отчётов в MS Excel характеризуются наличием большого количества встроенных типовых отчётов, а также программных шаблонов, по которым можно дописывать отчёты в соответствии с установленными требованиями.

Модуль управление безопасностью в сервере I-DRMS-SM

- Аутентификация и авторизация пользователей организована с использованием Active Directory домена Microsoft Windows. Создается список ролей с разграничением прав доступа к основным действиям в программе с привязкой к ним пользователей.
- Предусмотрена возможность хранения истории редактирования данных, просмотра истории как отдельного элемента, установки, так и целого подразделения. Сервер ведёт журнал всех событий в системе.
- Система удовлетворяет требованиям класса защищенности не ниже 1Г в соответствии с Руководящим документом ФСТЭК России «Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа к информации. Показатели защищённости от несанкционированного доступа к информации».

Модуль расчёта данных

Модуль расчёта данных (солвер I-DRMS) позволяет решать следующие задачи:

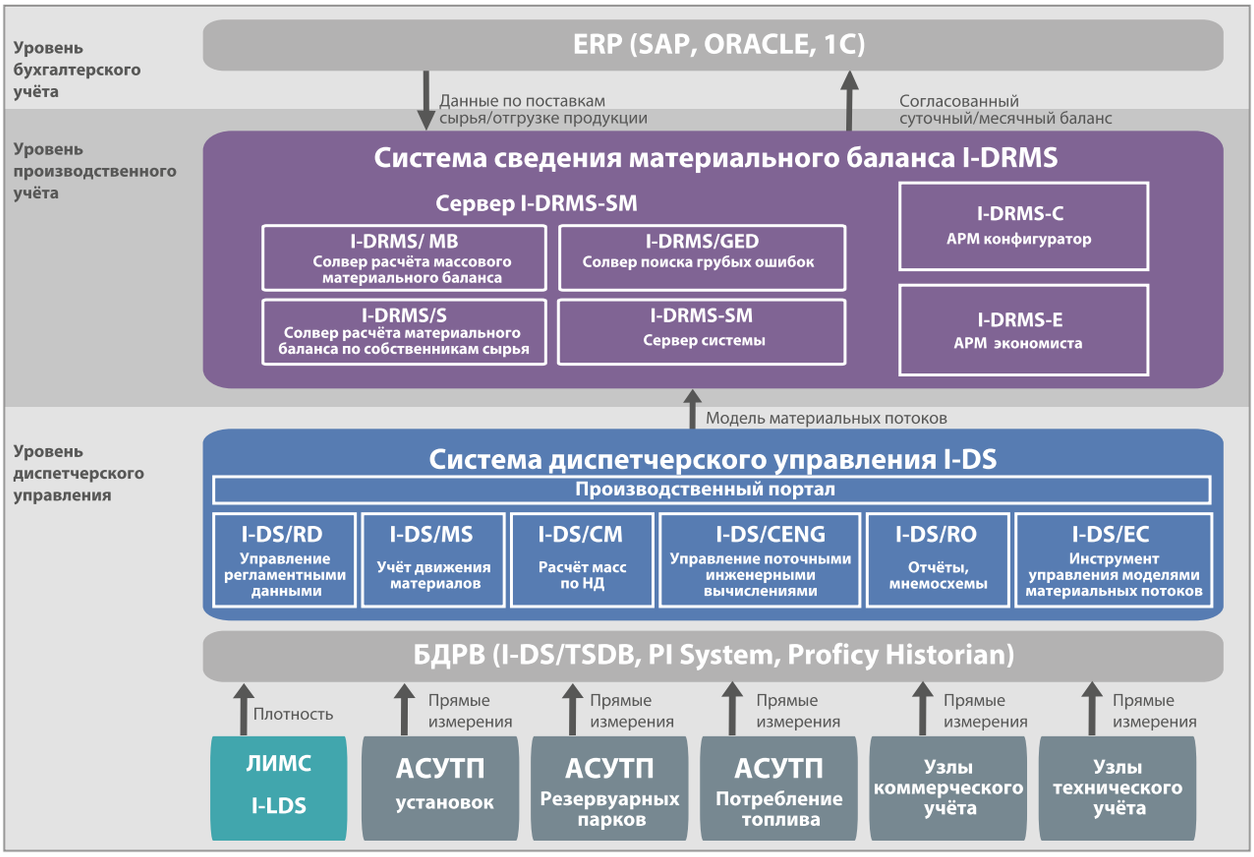
- расчёт материальных балансов;
- поиск грубых ошибок;
- расчёт и локализация фактических потерь;
- анализ измерительной системы;
- расчёт баланса собственников.

В зависимости от решаемых задач в I-DRMS можно использовать следующие типы солверов:

- I-DRMS/MB – солвер расчёта материального баланса (с ограничениями и без ограничений);
- I-DRMS/S – солвер расчёта материального баланса по собственникам сырья;
- I-DRMS/GED – солверы поиска грубых ошибок (Gross Errors Detection) и анализа измерительной системы (Measurement System Analysis).

Солвер I-DRMS/MB предоставляет возможности:

- расчёт материальных балансов с соблюдением и без соблюдения метрологических и технологических ограничений при коррекции измеренных значений;



Структура системы

- расчёт целочисленного материального баланса (экономический материальный баланс): для бухгалтерского учёта требуется сведение баланса в целых единицах, например, в килограммах или тоннах;
- расчёт материального баланса со строгим соблюдением заданных норм и зависимостей (экономический материальный баланс): они могут задаваться в виде одного значения или в виде интервала в относительных или абсолютных величинах.

I-DRMS/MB имеет высокое быстродействие: материальный баланс для схемы крупного нефтеперерабатывающего завода рассчитывается за 0,5-2 сек;

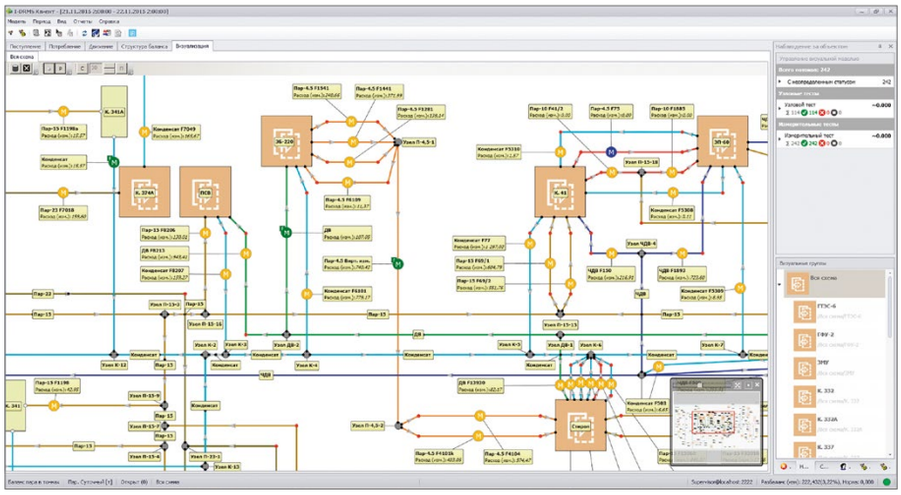
Солвер I-DRMS/S предоставляет возможности:
- расчёт материальных балансов предприятий с разделением их по собственникам сырья – «давальческий баланс» с учётом требований на переработку;
- расчёт материальных балансов предприятий с «внутренними продажами»: один собственник может продать свое сырьё или полупродукт другому собственнику внутри предприятия;
- расчёт материальных балансов с учётом заданных на установках «рецептур» – плановых выработок установок.

Солвер I-DRMS/GED предоставляет возможности:
- поиск грубых ошибок: утечек, измерительных ошибок, неучтённых операций на основании результатов статистических тестов;
- построение экспертной системы, позволяющей настроить специализированные фильтры и приоритеты, необходимые для ранжирования сценариев грубых ошибок;
- устранение выявленных грубых ошибок.

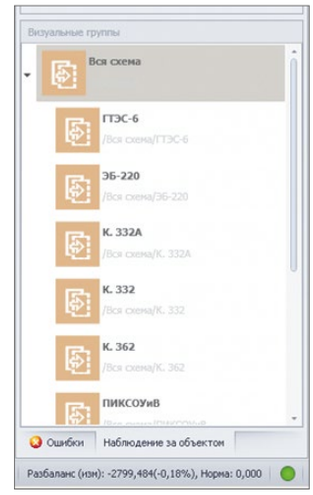
Функционал анализа измерительной системы солвера I-DRMS/GED предоставляет возможности:
- расчёт интегральных погрешностей измерительной системы всего предприятия и отдельных объектов/групп объектов, характеризующих наименьшую обнаруживаемую в данной измерительной системе (ИС) грубую ошибку;
- расчёты параметров, характеризующих состояние и качество измерительной системы (точность определения наиболее важных потоков, расчёт порогов обнаружения утечек в резервуарах и т.д);
- оценка «наблюдаемости» неизмерямых и «избыточности» измеряемых материальных потоков;
- определение влияния на погрешности потоков и интегральные погрешности объектов по измеренным данным, а также на пороги обнаружения возможных утечек;
- инструменты проведения сценариев «что если» с автоматической выдачей рекомендаций по первоочередной замене приборов или установке новых приборов для достижения целевых параметров измерительной системы.

Клиентское рабочее место I-DRMS-C

Клиентское приложение I-DRMS-C предназначено для отображения данных в табличном виде по всем элементам модели. Данные отображаются на закладках, элементы в которых сгруппированы по различным критериям. I-DRMS-C позволяет анализировать баланс всех узлов по измеренным и согласованным данным.



Графическое представление модели материальных потоков



Визуальные группы модели

Приложение позволяет редактировать различные атрибуты элементов, а также автоматически обновлять данные в закладках. I-DRMS-C даёт возможность выделять цветом элементы согласно настраиваемому списку возможных ошибок. В приложении реализована удобная навигация по отображаемым вкладкам. Также в I-DRMS-C можно изменять внешний вид клиентского рабочего места и основные отображаемые данные на вкладках.

Преимущества I-DRMS-C:

- русскоязычный интерфейс;
- многопользовательский режим, обеспечивающий возможность одновременной работы большого числа пользователей;
- переход между периодами одной или разных моделей;
- режим мультисерверной работы – подключение к разным I-DRMS серверам и получение от них данных по периодам;
- гибкая настройка представления разных форматов данных в виде закладок и таблиц;
- подключение функциональных модулей для каждой модели;
- быстрая навигация по связанным элементам модели;
- гибкая настройка функций оперативного контроля грубых ошибок и ошибок согласования;
- вызов встроенных отчётов, сформированных по модели материальных потоков в формате Excel или через сервер отчётов платформы I-DS;
- просмотр истории изменения данных;
- переход между табличным и графическим представлениями данных как для всей модели, так и отдельных элементов;
- инструменты анализа измерительной системы;
- интерактивный режим добавление/удаление/изменение параметров СИ;
- система поиска грубых ошибок в периоде.

Управление моделью материальных потоков в I DS/EC

Приложение позволяет создавать и редактировать элементы производственного учёта, связи между ними, производить настройку атрибутов, определять методы получения исходных данных из источников или с помощью расчётных формул, формировать справочники продуктов.

Созданная модель материальных потоков переносится в I-DRMS путём синхронизации. Важной особенностью I-DRMS является возможность хранения истории версий моделей материальных потоков, что позволяет рассчитывать накопительные балансы при добавлении или удалении элементов модели.

www.indusoft.kz
info@indusoft.kz