

Таким образом, имитационное моделирование, в частности, агентный метод, может быть использован в качестве инструмента для оперативно-календарного планирования производства цеха электролиза меди, который способен избежать недостатков других систем планирования. Также модель может быть использована не только как инструмент планирования работ цеха, но и как инструмент для нахождения узких мест во взаимодействии цехового оборудования и выяснение причин отклонений от плана. Перспективы развития данной работы заключается в следующем:

1. Дальнейшая разработка имитационной модели цеха электролиза меди может быть использована для оценки влияния будущих изменений цеха на выпуск готовой продукции при изменении параметров технологического процесса, расширении или сужении производства, модернизации оборудования и подобных изменениях.

2. Разработанная модель может послужить основой для создания имитационных моделей других цехов предприятия, а также возможно создание единой модели производства предприятия целиком.

### Список использованных источников

1. Высочин С.В. Оперативно-календарное планирование [Электронный ресурс] – URL: <http://www.zspps.ru/index.php/mes-tesaurus/205-production-scheduling.html> (дата обращения – 17.04.2023).

2. Лебедюк Э.А. Агентное моделирование: состояние и перспективы / Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, 2017. №6 (96). – С. 155-162.

3. Строгалев В.П., Толкачева И.О. Имитационное моделирование / Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2008. – С. 17.

УДК 004.94

**Т. М. Приходько, Г. В. Макаров**

ООО «Научно-исследовательский центр систем управления»,

г. Новокузнецк, Россия

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АНАЛИЗА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ДАННЫХ

*Аннотация.* В статье рассмотрена проблема анализа и визуализации производственных данных. Создание ситуационных центров при производственных комплексах требует особых форм и средств представления данных. В настоящее время большинство таких средств стали недоступны или ограниченно доступны для российского рынка. Это дает возможность осуществить разработку востребованного продукта, который в отличие от

зарубежных аналогов позволяет не только строить дашборды, но и выполнять функции анализа данных, прогнозирования, идентификации, натурно-математического моделирования и многие другие, опираясь на лучшие отечественные научные разработки и производственный опыт.

**Ключевые слова:** автоматизация, моделирование, анализ данных, дашборды, ситуационные центры.

**Abstract.** *The article considers the problem of analysis and visualization of production data. Creating situational centers at production complexes requires special forms and means of presenting data. Currently, most of such tools have become unavailable or limitedly available for the Russian market. This makes it possible to implement the development of a demanded product, which, unlike foreign analogues, allows not only to build dashboards, but also to perform the functions of data analysis, forecasting, identification, full-scale mathematical modeling and many others, relying on the best domestic scientific developments and production experience.*

**Key words:** automation, modeling, data analysis, dashboards, situation centers.

В настоящее время в России появился сильный дефицит инструментов анализа и представления производственных данных в реальном времени, что связано с уходом ведущих мировых производителей. SCADA-системы отвечают за оперативный контроль, и несут лишь частично нужные функции в виде так называемых «трендов». При этом проведение анализа и какой-либо сложной обработки в них затруднительно. Преимущество дашбордов в отличие от традиционных трендов, или сменных/суточных/месячных и т.д. отчетов заключается в оперативном получении информации из сырых данных и ее представлении соответствующим специалистам с целью принятия корректирующих решений.

Специализированные средства, позволяющие создавать такой инструмент визуализации и анализа данных как дашборд, требуют лицензирования и часто поставляются для конкретного заказчика, что делает их недоступными для применения в текущих условиях. Поэтому создание продуктов, способных агрегировать, анализировать и представлять технологическую информацию взамен ушедших является важным направлением и повысит общее качество управления технологическими предприятиями.

Дашборд – это интерактивная аналитическая панель, графический интерфейс, на одном экране которого, расположены все ключевые метрики процессов, обновляющиеся в реальном времени [1]. На основе этих метрик внутренний функционал дашбордов позволяет осуществлять интеллектуальный анализ данных, например создавая прогноз состояния данных метрик [2]. Пример интерфейса дашборда показан на рисунке 1.

Система дашбордов выполняет, обычно, следующие функции:

- 1) сбор данных с определенной периодичностью;
- 2) обработка, фильтрация, интеллектуальный анализ данных;
- 3) визуализация данных под нужды специалиста.

Разрабатываемая в данной работе система имеет преимущества по сравнению с конкурентами. В эту систему предлагается встраивать алгоритмы предиктивного анализа, прогнозирования и моделирования [3-6], что позволяет не только максимально информативно визуализировать информацию, но ещё и

ускорять время принятия решения специалистом, давая дополнительную информацию о работе системы и её закономерностях.

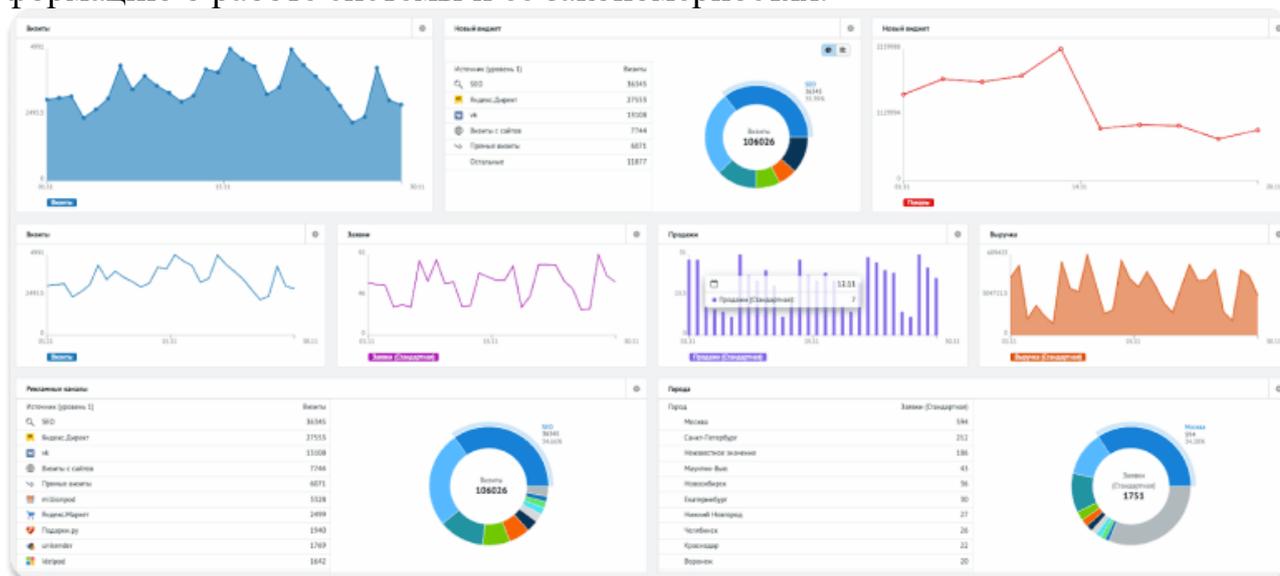


Рис. 1. Пример интерфейса дашборда

Такая система повысит эффективность управления за счет оперативного представления данных лицам, принимающим решения [7]. Целесообразно интегрировать в ситуационный центр, например, обогатительной фабрики, изображенный на рисунке 2.



Рис. 2. Ситуационный центр на обогатительной фабрике

В качестве данных были получены данные обогащения угля по классам, за смену и количество переработки угля в час за смену, в которой предложено встроенным алгоритмом прогнозировать объемы переработки угля за смену по имеющимся данным. В ходе работы была разработана система анализа и визуализации производственных данных на базе инструмента дашборд. Для разработки дашборда был выбран веб-фреймворк, Django, написанный на python, что

позволяет вести front-end и back-end разработку на едином сквозном языке программирования, также в его составе присутствует собственный веб-сервер для разработки. Для хранения была выбрана база данных PostgreSQL, так как изначально Django был спроектирован именно с использованием данной базы данных. Было создано виртуальное окружение с необходимыми python-библиотеками для создания веб-приложения и обработки данных, а также сам Django. Так как Django использует шаблон проектирования MVC (Model-View-Controller), была создана модель для представления приложению тестовых данных из PostgreSQL. Было создано представление, которое подготавливало данные и создавало их отображение, отправляя их на страницу. Для асинхронного (то есть в реальном времени) обновления данных был использован подход Ajax, переводящий обмен данными между браузером и веб-сервером в «фоновый режим», что позволяет не перезагружать веб-страницу полностью при обновлении данных. Результат разработки дашборда на основе данных обогащения представлен на рисунке 3.

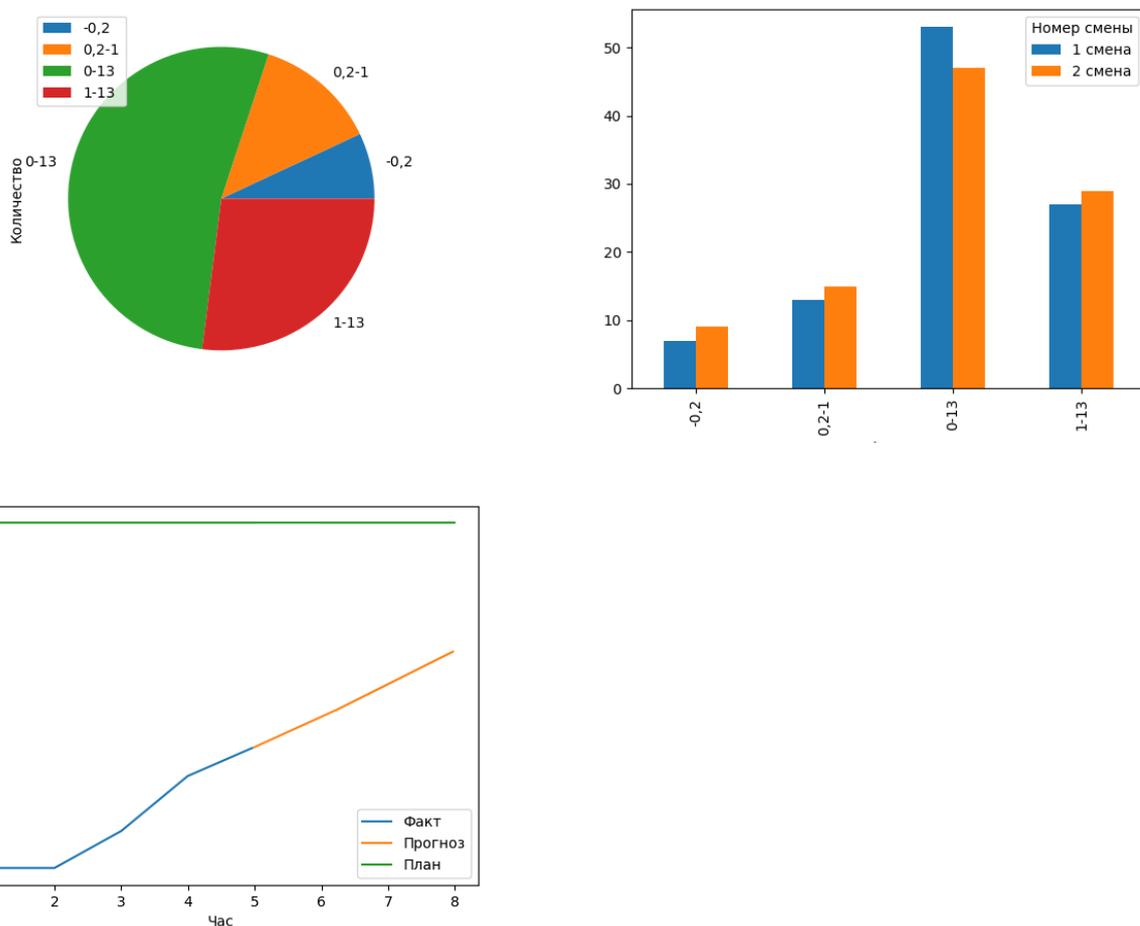


Рис. 3. Пример графиков дашборда

Разрабатываемая система интегрируется в общую структуру автоматизированной системы управления производственным комплексом (рисунок 4) и взаимодействует с остальными подсистемами по технологии API.

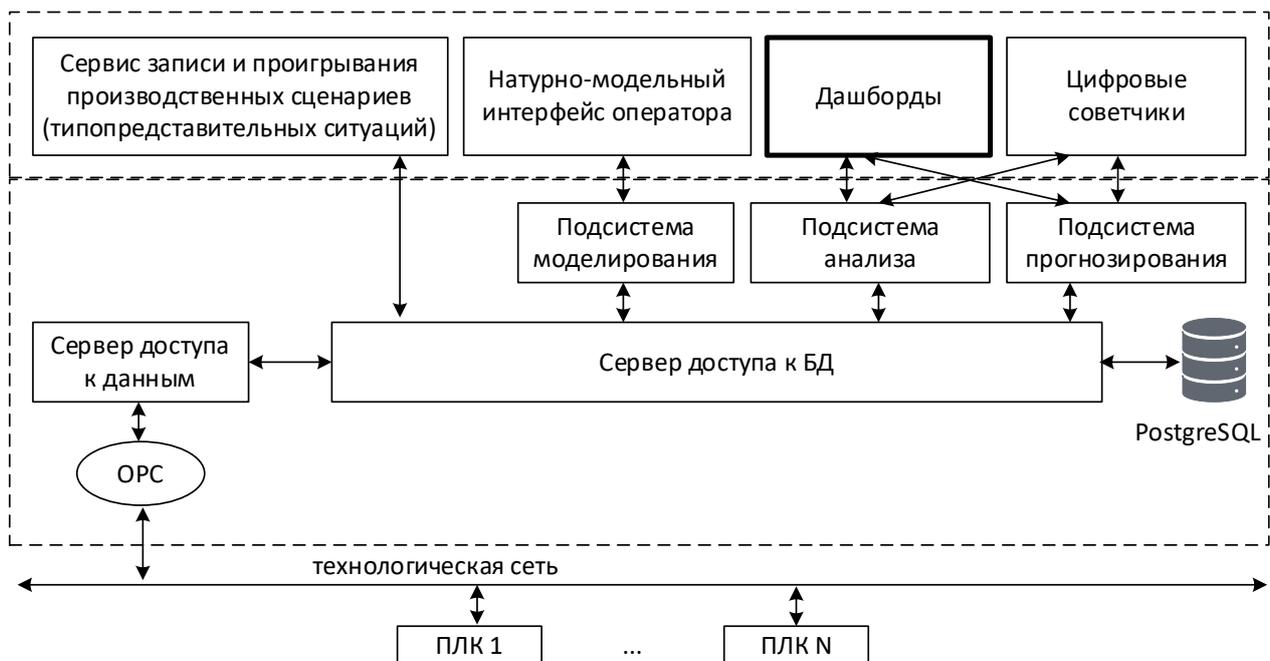


Рис. 4. Функциональная схема модулей ситуационного центра

Из этого исходит, что такой инструмент как дашборд может легко встраиваться в существующие системы, как более современный и гибкий инструмент анализа и представления данных. В силу развития цифровых и информационных технологий во всех областях человеческой жизни, процесс накопления и хранения данных стал упрощаться. Благодаря этому дашборд, как инструмент визуализации и анализа данных может быть использован не только в сфере производства, он также может помочь в других областях, например в здравоохранении, в сфере финансов, продаж и так далее, выступая удобным способом отображения разнообразных показателей, помогающим эффективнее принимать решения [8].

### Список использованных источников

1. Буряков И.Т. Дашборд: приемы эффективной визуализации / ИТ. Буряков, Е.В. Зубкова // ВІ-технологии и корпоративные информационные системы в оптимизации бизнес-процессов цифровой экономики: материалы IX Международной научно-практической очно-заочной конференции, Екатеринбург, 02 декабря 2021 года / Отв. за выпуск: А.Ю. Коковихин, Н.М. Сурнина, отв. редактор В.В. Городничев. – Екатеринбург: Уральский государственный экономический университет, 2022. – С. 63-65. – EDN IRWPRK.

2. Крашенинникова А.А. Дашборд как инструмент успешного бизнеса / А.А. Крашенинникова // Вопросы экономики и финансов современное состояние актуальных проблем: материалы Региональной научно-практической конференции, Калуга, 24 апреля 2019 года. – Калуга: АКФ "Политоп", 2020. – С. 79-84. – EDN ZLRXQS.

3. Применение натурно-математического подхода при моделировании технологических процессов / М.М. Свинцов, Л.П. Мышляев, Г.В. Макаров, Н.В.

Скударнова // *Металлургия: технологии, инновации, качество: труды XXII Международной научно-практической конференции*. В 2-х частях, Новокузнецк, 10–11 ноября 2021 года / Под общей ред. А.Б. Юрьева. Часть 2. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2021. – С. 213-217. – EDN WMAASY.

4. Оценивание предаварийных состояний технологического оборудования и контрольноизмерительных приборов / М.В. Ляховец, Г.В. Макаров, А.С. Саламатин, М.В. Шипунов // 2020. № 3. – С. 16-24. – DOI 10.25791/asu.3.2020.1166. – EDN AZZTOG.

5. Анализ шлакового режима доменной плавки с использованием модельных систем поддержки принятия решений / А.В. Павлов, Н.А. Спирин, В.А. Бегинюк [и др.] // *Известия высших учебных заведений. Черная металлургия*. – 2022. Т. 65. № 6. – С. 413-420. – DOI 10.17073/0368-0797-2022-6-413-420. – EDN KWLLOR.

6. Мальцева О.А. Информационная панель визуализации бизнес-процессов на основе модели прогнозирования / О.А. Мальцева, А.А. Мальцев, Д.С. Павлюкович // *Решетневские чтения: материалы XXIV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева: в 2 частях, Красноярск, 10–13 ноября 2020 года. Часть 2*. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2020. – С. 202-204. – EDN YWBBQS.

7. Капитонов, Ю. А. Разработка информационных панелей для эффективного управления деятельностью промышленных предприятий / Ю.А. Капитонов, Т. С. Шаталова // *Инструменты проектного управления и анализа данных в системах поддержки принятия решений: сборник материалов Международной конференции, Донецк, 24–25 апреля 2020 года*. – Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2020. – С. 79-85. – EDN IZCIKM.

8. Данышев, Р. В. Автоматизация и оптимизация в управлении персоналом с использованием системы дашборд / Р.В. Данышев // *Цифровая экономика: проблемы и перспективы развития: сборник научных статей 3-й Межрегиональной научно-практической конференции, Курск, 11 ноября 2021 года*. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 120-124. – EDN DASCNM.