

УДК 519.876.5

В.С. Трусов, маг.; В.В. Смелов, доц.; В.Н. Штепа, доц.
(БГТУ, г. Минск)

OLAP-КУБ ДЛЯ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОДНОГО БАЛАНСА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Управление водным балансом на промышленном предприятии является критически важной задачей, требующей точного учета всех источников, объемов потребления, сброса и переработки воды. В условиях роста промышленного производства, усиления экологических норм и необходимости экономии ресурсов традиционные методы анализа данных зачастую оказываются недостаточно оперативными и точными для решения задач оптимизации. Одним из эффективных решений является внедрение *OLAP-кубов* (*Online Analytical Processing*), которые позволяют автоматизировать сбор, обработку и интерпретацию многомерных данных о водном балансе. Это особенно важно в условиях современных требований к экологической и экономической эффективности.

Применение OLAP-куба дает возможность значительно повысить прозрачность учета водных ресурсов, улучшить прогнозирование потребления воды и сбросов, а также снизить эксплуатационные затраты. В данной статье рассмотрены основные аспекты создания и использования OLAP-куба для анализа и прогнозирования водного баланса промышленного предприятия.

Основные параметры OLAP-куба для водного баланса. OLAP-куб строится на основе данных, структурированных по нескольким измерениям. Ключевыми измерениями являются:

- временные интервалы (дни, месяцы, годы) – позволяют анализировать динамику потребления и сброса воды в зависимости от различных временных параметров;
- источники воды (скважины, реки, сточные воды и пр.) – необходимы для анализа объемов поступления воды и её переработки;
- потребители (цехи, участки, оборудование) – помогают детализировать расход воды на отдельных производственных участках;
- параметры использования воды (объемы забора, сброса, переработки) – позволяют оценивать, насколько эффективно используются водные ресурсы.

Метрики OLAP-куба включают:

- объемы потребления воды;
- затраты на использование водных ресурсов;
- данные о потерях и переработке воды;

- сравнительные показатели потребления воды по подразделениям предприятия;
- эффективность водоочистных мероприятий.

Данные параметры позволяют комплексно анализировать водный баланс предприятия, выявлять узкие места в системе водопотребления и разрабатывать стратегии по его оптимизации.

Сбор и интеграция данных. Для построения OLAP-куба требуется интеграция данных из различных источников. Основными источниками данных могут быть:

- scada-системы и датчики учета воды – предоставляют информацию в режиме реального времени о потреблении, сбросах и переработке воды;
- бухгалтерские и ERP-системы предприятия содержат сведения о затратах на водопользование, платежах за воду и штрафах за превышение нормативов;
- внешние источники данных, например, гидрометеорологическая информация, которая может влиять на потребление воды (сезонность, уровень осадков и т. д.).

Для стандартизации и подготовки данных используется процесс *ETL (Extract, Transform, Load)*. Он позволяет:

- извлекать данные из различных источников;
- преобразовывать их в унифицированный формат;
- загружать в хранилище данных для дальнейшего анализа.

Аналитические возможности OLAP-куба. На основе данных, содержащихся в OLAP-кубе, возможно построение прогнозных моделей, что позволяет:

- использовать методы линейной регрессии, временных рядов и машинного обучения для предсказания объемов водопотребления и сбросов;
- оптимизировать использование оборудования и планировать водопотребление;
- снижать затраты на управление водными ресурсами;
- заблаговременно выявлять потенциальные кризисные ситуации, связанные с нехваткой воды или превышением лимитов потребления.

Прогнозирование на основе OLAP-куба обеспечивает автоматизацию анализа, высокую точность данных, оперативность принятия решений и поддержку стратегического планирования. Важно отметить, что несмотря на необходимость значительных усилий для настройки ETL-процесса, обеспечения инфраструктуры и обучения персонала,

долгосрочные выгоды от использования OLAP-кубов значительно перевешивают первоначальные затраты.

Преимущества использования OLAP-куба. Внедрение OLAP-куба для анализа и прогнозирования водного баланса промышленного предприятия дает ряд значительных преимуществ:

- ускорение обработки данных – многомерный анализ позволяет получать сложные аналитические отчеты в считанные секунды.
- гибкость анализа – возможность просмотра данных под разными углами, выявление скрытых тенденций и закономерностей.
- автоматизация процесса анализа – исключается необходимость ручной обработки больших объемов информации.
- прогнозирование и планирование – повышение точности предсказаний и разработка стратегий для оптимального водопользования.
- снижение затрат – уменьшение расходов на водные ресурсы за счет выявления неэффективных участков и потерь воды.
- улучшение экологических показателей – более эффективное управление водоочистными процессами и соблюдение нормативов водопользования.

Заключение. Таким образом, OLAP-кубы являются мощным инструментом для управления водным балансом промышленного предприятия. Они позволяют повысить прозрачность и точность учета водных ресурсов, улучшить экологические показатели и снизить затраты.

В условиях современных вызовов цифровизация управления водными ресурсами становится необходимостью. Внедрение OLAP-кубов позволяет предприятиям не только анализировать текущее состояние водопотребления, но и прогнозировать его изменения, разрабатывать стратегии повышения эффективности и минимизировать риски.

Перспективы дальнейшего развития подобных систем связаны с интеграцией технологий искусственного интеллекта и машинного обучения, что позволит автоматизировать процесс принятия решений и повысить точность прогнозирования. Внедрение OLAP-кубов является важным шагом в сторону устойчивого и эффективного водопользования, отвечающего требованиям современных экологических стандартов и экономической эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркова А.А., Кузнецов А.П. OLAP-технологии и визуализация информационных ресурсов – Минск : БГУИР, 2023.
2. Коннов Д.В. Подход SCADA в АСУТП: Монография. – Тамбов: Издательство Юконф, 2023. – 92 с.
3. Smith J., Brown K. Water Management and Data Analytics // Journal of Environmental Science. – 2021. – Vol. 19. – No. 3. – P. 112-128.

4. Bentley D. Business Intelligence and Analytics – New York: McGraw-Hill, 2020. – 356 p.
5. Chaudhuri S., Dayal U. An Overview of Data Warehousing and OLAP Technology – ACM SIGMOD Record. – 1997. – Vol. 26. – No. 1. – P. 65-74.
6. Codd E. F. Providing OLAP (On-line Analytical Processing) to User-Analysts: An IT Mandate – E. F. Codd & Associates, 1993. – 24 p.

УДК 004.02

Д.И. Волчек, маг.; В.В. Смелов, доц.; В.Н. Штепа, доц.
(БГТУ, г. Минск)

ДЕКОМПОЗИЦИЯ ПО ВРЕМЕНИ ПЛАНА ПРОИЗВОДСТВА ВАЛОВОГО ОБЪЕМА ПРОДУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО КЛАСТЕРА

Промышленный кластер. Промышленный кластер (ПК) – объединение субъектов хозяйствования с целью их эффективного взаимодействия и совместного устойчивого развития. Цель деятельности промышленных кластеров заключается в стимулировании инновационной активности путем углубления взаимодействия между участниками, которые делятся возможностью обмена теоретическими и практическими знаниями, тем самым внося серьезный вклад в развитие выбранной технологии, усиливая сетевое и информационное взаимодействие внутри участников кластера [1].

На рис. 1 изображена сеть технологических цепочек, образующих кластер, включающий 8 субъектов хозяйствования. Узлы сети (изображены пронумерованными окружностями) обозначают субъекты хозяйствования, стрелки между узлами – связи между этими субъектами.

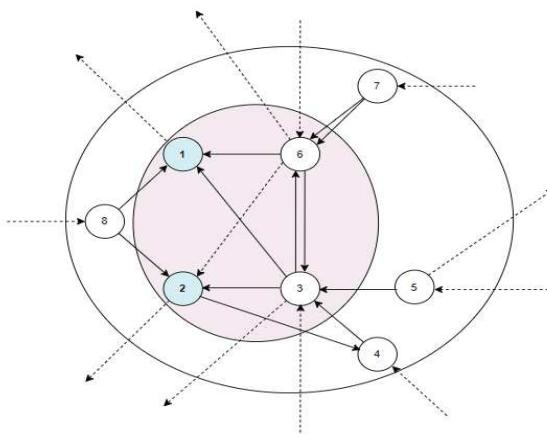


Рисунок 1 – Сеть производственных цепочек промышленного кластера