

УДК 338.2
Научная специальность: 5.2.6
EDN UINUTT

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2025

Цифровой мониторинг рисков на тепловых электростанциях: прогнозная аналитика в условиях импортозамещения

Адарчев О.В.,

Академия военных наук
Российской Федерации,
119330, Россия, г. Москва,
Университетский проспект,
д.14

Аннотация

В статье рассматриваются актуальные вопросы цифрового мониторинга рисков на тепловых электростанциях (ТЭС). Изучены аспекты применения инструментов бизнес-аналитики в интересах управления производственными рисками в условиях импортозамещения с акцентом на агрегацию данных автоматизированных систем управления технологическими и бизнес-процессами.

Ключевые слова: тепловые электростанции; ERP-системы; автоматизированная система управления технологическими процессами; HRM-системы; BI-аналитика; панель рисков; мониторинг рисков; импортозамещение.

Для цитирования: Адарчев О.В. Цифровой мониторинг рисков на тепловых электростанциях: прогнозная аналитика в условиях импортозамещения // Проблемы анализа риска. 2025. Т. 22. № 4. С. 68–73. — EDN UINUTT.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

Digital Risk Monitoring at Thermal Power Plants: Predictive Analytics in the Context of Import Substitution

Oleg V. Adarchev,

Academy of Military Sciences of the Russian Federation,
Universitetskiy pr., 14, Moscow,
119330, Russia

Abstract

The article addresses current issues of digital risk monitoring at thermal power plants. It examines aspects of applying business intelligence tools for managing production risks in the context of import substitution, with a focus on aggregating data from automated control systems for technological and business processes.

Keywords: thermal power plant; ERP systems; automated process control systems; HRM systems; BI analytics; risk dashboard; risk monitoring; import substitution.

For citation: Adarchev O.V. Digital risk monitoring at thermal power plants: predictive analytics in the context of import substitution // Issues of Risk Analysis. 2025;22(4):68–73. (In Russ.). — EDN UINUTT.

The author declares no conflict of interest

Содержание

Введение

1. Агрегация данных мониторинга производственных рисков

2. Пути совершенствования мониторинга и оценки рисков

Заключение

Список источников

Введение

Важную роль в мониторинге рисков на энергетических предприятиях играет предоставление оперативной, наглядной и структурированной информации о текущем и перспективном состоянии производственных процессов и потенциальных угрозах. Эта задача решается путем интеграции информационных панелей риска в корпоративную информационную систему управления. При этом вопросы формирования соответствующей методики оценки, а также архитектуры системы на основе объектно-ориентированного принципа и сопутствующего пользовательского интерфейса, еще не нашли комплексного отражения в научной литературе.

1. Агрегация данных мониторинга производственных рисков

Как известно, контроль за техническим состоянием оборудования ТЭС осуществляется с использованием систем автоматизированного управления технологическими процессами (АСУ ТП). Однако статистика сбоев и аварий показывает, что диагностические средства таких систем недостаточно эффективны, так как не могут анализировать изменения состояния оборудования, а лишь фиксируют события и накапливают данные [1, с. 233].

Агрегация статистических данных АСУ ТП и управления бизнес-процессами (ERP) создает необходимую информационную основу для оперативного отслеживания параметров работы оборудования, предотвращения аварий, определения стоимости ремонтных мероприятий и т.п. Однако в условиях цифровизации и санкционных ограничений российские ТЭС сталкиваются с проблемами адаптации подходов к мониторингу и оценке рисков [2, с. 18]. Наибольшие сложности возникают, если речь идет о больших системах АСУ ТП и ERP в крупных непрерывных производствах, где требуется модернизация всего комплекса или его значительной части. В связи с этим определенные перспективы имеет использование открытых систем, особенно для тех заказчиков, которые стремятся избежать зависимости от зарубежных производителей и готовы использовать доступные на рынке компоненты¹.

¹ АСУ ТП и импортозамещение. Технологии, продукты, перспективы развития, комментарии экспертов ИТ-рынка / URL: <https://ict-online.ru/analytics/ASU-TP-i-importozameshcheniye-Tekhnologii-produkty-perspektivy-razvitiya-kommentarii-ekspertov-IT-rynka-294116> (дата обращения: 08.04.2025).

Системы с открытым исходным кодом предоставляют уникальные преимущества с точки зрения кастомизации отечественных программных решений за счет настройки технологической платформы для поддержки новых бизнес-моделей и интеграции их с корпоративным софтом. При этом ключевым трендом повышения уровня цифровизации ТЭС может быть агрегация информации АСУ ТП и ERP-систем с использованием распределенной платформы для потоковой обработки данных² с последующим представлением аналитики с использованием российских аналогов BI-систем, выступающих в качестве самостоятельной платформы для создания панелей управления рисками (см. табл.).

Для анализа данных на ТЭС в связке с потоковыми платформами и BI-системами могут применяться высокопроизводительные системы управления базами данных с открытым исходным кодом, разработанные для обработки больших объемов данных в реальном времени.

В качестве агрегированного представления таких данных предлагается адаптивная информационная панель «Производственные риски ТЭС», в рамках которой представлен расчет интегрального значения рисков относительно критического значения (см. рис.). При оценке рисков использовались показатели, отражающие основные угрозы для деятельности ТЭС на юге России: концентрация пыли (КП), температурная нагрузка (ТН), средняя относительная влажность (СОВ), а также универсальные показатели — износ оборудования (ИО), количество технических сбоев и аварийных остановок (КАО), загруженность оборудования (ЗО) с учетом нормализующего показателя — коэффициента его обслуживания или выполненных ремонтов оборудования (ВРО).

Расчет интегрального значения производится с использованием метода взвешенной суммы, основанного на свертывании всех критериев в один обобщенный, представляющий собой сумму критериев, взвешенных коэффициентами их относительной важности или весами [3, 41]. Эти критерии получены в результате расчетов и являются значениями показателей, выделенных при помощи экспертной оценки коэффициентов важности.

² Например, семейства Apache или российских аналогов – платформы на базе Tarantool или ClickHouse.

Таблица. Основные технические методы интеграции

Table. Basic technical integration methods

Метод	Инструменты	Преимущества	Недостатки
Прямое подключение	1С:ЗУП → Power BI Connectors/российские аналоги (например, «Текон», «Р7-Офис», «DataLens») HRM → Power BI (через API или коннекторы)	Реальное время данных	Требует настройки прав доступа
Файловый обмен	CSV/Excel из HRM → Power BI или российские аналоги	Простота	Ручные операции

Интегральный показатель производственных рисков (ИППР) с помощью метода взвешенной суммы определяется по следующей формуле:

$$\text{ИППР} = \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i k_i}{1 + \beta_7 k_7}$$

и

$$0 \leq \text{ИППР} < 1,$$

где k_i — значение показателя i -го компонента производственных рисков.

С учетом приведенных характеристик данный интегральный показатель будет иметь следующий вид:

$$\text{ИППР} = \frac{b1\text{КП} + b2\text{ТН} + b3\text{ИО} + b4\text{КАО} + b5\text{ЗО} + b6\text{СОВ}}{1 + b7\text{ВРО}}.$$

При этом в числителе содержится взвешенная сумма различных показателей производственных рисков. Знаменатель — это нормализующий коэффициент, характеризующий выполнение плановых ремонтов (1 — базовое значение, гарантирующее, что знаменатель не станет нулевым или отрицательным).

ИППР можно рассчитывать для каждого месяца, что позволит отслеживать динамику рисков, выявлять сезонные закономерности, оперативно реагировать на изменения и оценивать, как внедренные меры (например, уменьшение интервалов техобслуживания) влияют на уровень рисков.

Кроме того, панель содержит сведения об уровне квалификации сменного персонала, с расчетом соответствующего индекса³, и об инцидентах с критическим оборудованием с калькуляцией потенциального прямого ущерба⁴.

³ При расчете квалификационного индекса также использовался метод взвешенной суммы выделенных показателей (приведены на рис. в таблице «Уровень квалификации сменного персонала»). В качестве нормализующих значений для соответствующих показателей каждого конкретного сотрудника использовались: 5 баллов – уровень аттестации, 20 лет – стаж, 40 час. профпереподготовки, 100 % – результаты тестов, среднее количество возможных инцидентов – 5 (например, $1 - 1/5 = 0,8$).

⁴ Рассчитывается на основе исторических данных, с учетом текущего курса национальной валюты.

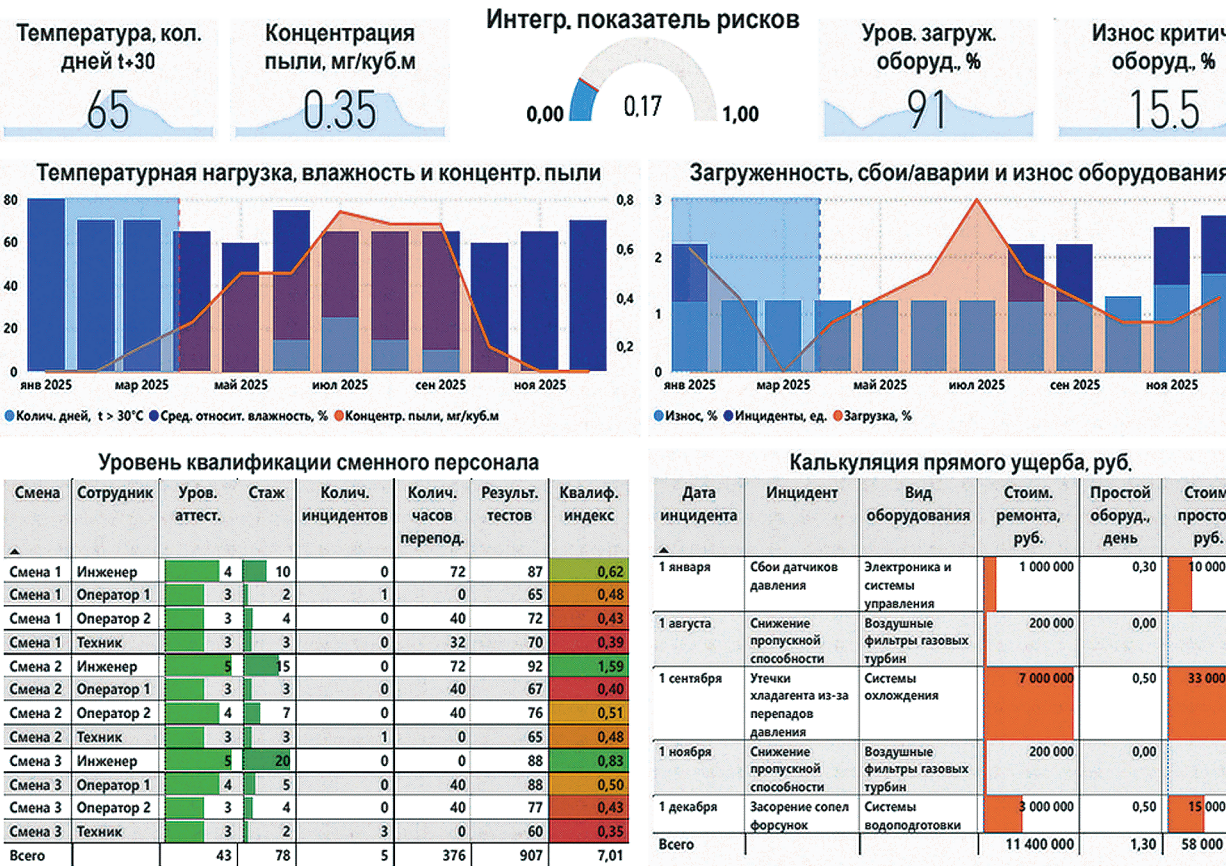
Как видно из представленной информационной панели, особенностью тренда на агрегацию информации различных систем в рамках управления рисками является анализ данных системы управления персоналом (HRM). Использование при оценке производственных рисков HRM-систем обеспечивает учет человеческого фактора при оценке уровня безопасности и эффективности работы ТЭС. Например, из материалов кадрового/управленческого учета можно использовать графики сменности оперативного персонала ТЭС с показателями аварийности/отказов оборудования, а также уровня квалификации сотрудников смен с частотой ошибок. Так, очевидную корреляцию имеет отношение между квалификацией сменного персонала и количеством технических сбоев и аварий. Такая ситуация может накладываться на более общие проблемы управления трудовыми ресурсами. При этом в целом в промышленности отмечается нехватка инженерно-технических специалистов, в том числе с ключевыми компетенциями, необходимыми для работы в условиях цифровизации и санкционных ограничений [4, с. 16].

По сути, данная панель представляет собой модуль, который может быть настроен для мониторинга с учетом особенностей работы и уровня автоматизации процессов конкретной ТЭС.

2. Пути совершенствования мониторинга и оценки рисков

Использование систем с открытым кодом позволяет реализовать современные подходы к прогнозной аналитике с использованием машинного обучения для анализа данных и оценки возможности сбоев и аварий, в том числе с применением искусственного интеллекта. Так, с помощью алгоритмов машинного обучения на основе исторических данных можно предсказать износ и вероятность отказов оборудования. В качестве исходных данных принимаются, в частности,

Производственные риски ТЭС



Таким образом, совершенствование мониторинга рисков на ТЭС требует интеграции прогнозной аналитики с динамическими системами обновления данных. Это позволит преодолеть проблему устаревания расчетов надежности после ремонта и модернизации оборудования, а также повысить устойчивость энергосистемы к новым рискам.

Заключение

Исходя из вышесказанного, внедрение информационно-аналитической системы мониторинга рисков с учетом ориентации на импортозамещение будет способствовать снижению аварийности производственных процессов и в целом повышать эффективность управления предприятием. Для успешной реализации необходимо: адаптировать зарубежный опыт, использовать гибкие интеграционные решения, а также развивать кросс-функциональные компетенции сотрудников. Полученный экономический эффект превышает затраты на внедрение подобной системы управления рисками и будет способствовать:

- снижению количества незапланированных простоев;
- экономии на ремонтах;
- повышению коэффициента использования установленной мощности энергопредприятия.

Список источников [References]

1. Комаров И. И. Технологии цифровой трансформации теплоэнергетики / И. И. Комаров, А. С. Маленков // Цифровая энергетика: новая парадигма функционирования и развития: Сборник статей круглого стола, Санкт-Петербург, 26 июня 2019 года / под ред. Н. Д. Рогалева. – СПб: Национальный исследовательский университет «МЭИ», 2019. С. 229–238. – EDN ZFLABT [Komarov I. I. Technologies of digital transformation of heat

energy / I. I. Komarov, A. S. Malenkov // Digital energy: a new paradigm of functioning and development: Collection of articles of the round table, St. Petersburg, June 26, 2019 / ed. N. D. Rogaleva. St. Petersburg: National Research University «MPEI», 2019. P. 229–238. (In Russ.). – EDN ZFLABT]

2. Жилин А. Российский рынок ERP в новых реалиях: тренды, вызовы и новые технологии // Автоматизация и IT в энергетике. 2021. № 2 (139). С. 18–20. – EDN ROLXRA [Zhilin A. Russian ERP market in new realities: trends, challenges and new technologies // Automation and IT in the Energy Sector. 2021;(2):18-20. (In Russ.). – EDN ROLXRA]
3. Подиновский В.В., Потапов М. А. Метод взвешенной суммы критериев в анализе многокритериальных решений: pro et contra // Бизнес-информатика. 2013. № 3 (25). С. 41–48. – EDN RBWNYH [Podinovski V., Potapov M. Weighted sum method in the analysis of multicriterial decisions: pro et contra // Biznes-Informatika. 2013;(3):41-48. (In Russ.). – EDN RBWNYH]
4. Егоров А. А. Как искусственный интеллект может улучшить управление энергопотреблением (зарубежный опыт) // Автоматизация и IT в энергетике. 2025. № 1 (180). С. 6–18 [Egorov A.A. How artificial intelligence can improve energy management (foreign experience) // Automation and IT in the Energy Sector. 2025;(1):6-18. (In Russ.)]

Сведения об авторе

Адарчев Олег Вячеславович: кандидат политических наук, профессор АВН РФ

Количество публикаций: более 10

Область научных интересов: развитие методов предиктивной аналитики для управления рисками, создание моделей оценки регуляторных и судебных рисков в ТЭК

Контактная информация:

Адрес: 119330, г. Москва, Университетский проспект, д. 14
olegviatcheslavoviche@gmail.com

Статья поступила в редакцию: 10.04.2025

Одобрена после рецензирования: 12.05.2025

Принята к публикации: 23.05.2025

Дата публикации: 29.08.2025

The article was submitted: 10.04.2025

Approved after reviewing: 12.05.2025

Accepted for publication: 23.05.2025

Date of publication: 29.08.2025