

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ
ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯМИ**

© 2024 Л. Ш. Аюпова, М. В. Шинкевич

Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия

Статья поступила в редакцию 05.08.2024

В условиях совершенствования организации производства автоматизированный комплекс поддержки управления изменениями требует фиксации информации, циркулирующей в интегрированной системе менеджмента. Целью исследования является разработка методики оценки эффективности систем поддержки управления изменениями. Для достижения указанной цели систематизирована схема поддержки управления изменениями, которая структурирует и преобразует информационные потоки в целях повышения эффективности интегрированной системы менеджмента предприятия. Определено, что критерии и показатели требуют стандартизации и унификации, которые, в свою очередь, определяют эффективность интегрированной системы менеджмента и системы поддержки принятия управленческих решений. Структурированы элементы эффективности системы поддержки управления изменениями, определяющие интегральную эффективность, которая проявляется в качестве и результативности принятого управленческого решения. Предложенные критерии эффективности систем поддержки управления изменениями, характеризующие функционирование интегрированной системы менеджмента и ее элементов с точки зрения организации производственных систем, отражают непрерывное управление изменениями, связанными с достижением целей устойчивого развития и ESG-показателей. Таким образом, предложена индикативная система оценки эффективности систем поддержки управления изменениями, сочетающая стандартизацию критериев эффективности, оценку энтропии производственной системы и предложенный двухуровневый подход к диагностике интегрированной системы менеджмента, обусловленный конструированием тематических витрин данных.

Ключевые слова: управление изменениями, системы поддержки, стандартизация критериев, интегрированные системы менеджмента, оценка эффективности, организация производства, система управления, промышленные предприятия.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-4-43-49

EDN: CIUCRL

ВВЕДЕНИЕ

Интегрированная система менеджмента накладывает определенные требования на систему управления процессами и операциями в производственной системе. Каждый стандарт, включенный в интегрированную систему менеджмента, отличается специфичными информационными и материальными потоками. Их циркулирование определено стандартами в области менеджмента качества, менеджмента профессионального здоровья и безопасности, экологического менеджмента [1-3].

Задачам оценки эффективности системы поддержки управления изменениями и влияния показателя энтропии на производственный результат посвящены труды Гонюковой Е. В., Сухоруковой О. А., Пустовойта К. С. и др. [4,5]. Качапкина Ю. В., Мерзликина Г. С. в своем ис-

следовании предложили методику оценки эффективности интегрированных формирований в промышленности [6]. Методы и модели анализа данных OLAP и Data Mining находят отражение в исследовании Барсемян А. А. и др. [7]. Вместе с тем, в исследованиях не уделено особого внимания методике оценки эффективности систем поддержки управления изменениями, сочетающей стандартизацию критериев эффективности, оценку энтропии производственной системы в рамках интегрированной системы менеджмента, чем обусловлена цель нашего исследования.

В условиях совершенствования организации производства компьютерный комплекс поддержки управления изменениями требует фиксации информации, циркулирующей в интегрированной системе менеджмента.

**СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ
УПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯМИ
В КОНТЕКСТЕ ИСМ**

Систематизирована схема поддержки управления изменениями (рисунок 1), которая структурирует и преобразует информационные

Аюпова Ляйсан Шамилевна, аспирант, ассистент кафедры логистики и управления.

E-mail: lyaysanumc@mail.ru

Шинкевич Марина Владимировна, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры логистики и управления. E-mail: leotau@mail.ru

потоки в целях повышения эффективности интегрированной системы менеджмента предприятия. Скорость управления информационными потоками определяется свойством стандартизации и аддитивности, поскольку стандартизированные критерии и их размерности обеспечивают ускоренную обработку данных об устойчивости и стабильности показателей, а также об изменениях. Управление изменениями опирается преимущественно на агрегированные показатели.

Обратимся к схеме системы поддержки управления изменениями в контексте интегрированной системы менеджмента. Источниками полевых данных являются контрольно-измерительные приборы, узлы учета. Поток полевых данных (детальных) подлежит последовательному агрегированию и анализу.

Система OLTP фиксирует события, изменения, обеспечивает сбор, организацию, оптимальное размещение данных в хранилище, оперирует детальными данными. Поток информации поступает часто, в небольших объемах. Базы данных OLTP оперативно обрабатывают большие потоки простых транзакций.

Дальнейшее движение потока сопровождается ETL-процессом (E – extraction, T – transformation, L – loading) – переносом данных, включающим этапы извлечения, преобразования (обобщение, перевод значений из закодированных в понятные, очистка от «загрязненных», ошибочных данных) и загрузки данных.

Далее поток данных поступает в хранилище, где данные классифицируются на вычисляемые и хранящиеся. Основное назначение хранилища данных заключается в агрегировании информации для дальнейшей аналитики, а также хранении детальных данных. Как было упомянуто выше, аддитивность данных обеспечивает скорость их обработки. Данное свойство сводится к способности числовых данных быть просуммированными. Исходя из этого вытекает требование к стандартизации критериев эффективности систем поддержки управления изменениями.

В целом, стандартизация – это отдельная процедура в рамках очистки данных, способствует унификации данных, что требуется для интеграции информационных потоков. Данное требование касается не только размерности данных, но и закодированных текстовых обозначений процессов и операций, критериев и показателей.

По окончании загрузки агрегированных аддитивных данных (извлеченных с цехов, участков, производственных площадок) запускается процесс структурирования данных по сферам менеджмента – формирования соответствующих витрин данных (Data Mart). Данные специализированные хранилища данных предоставляют аналитику только необходимую информацию. Так в проектируемой системе критерии качества (снижение доли брака, увеличение выручки от продажи качественной

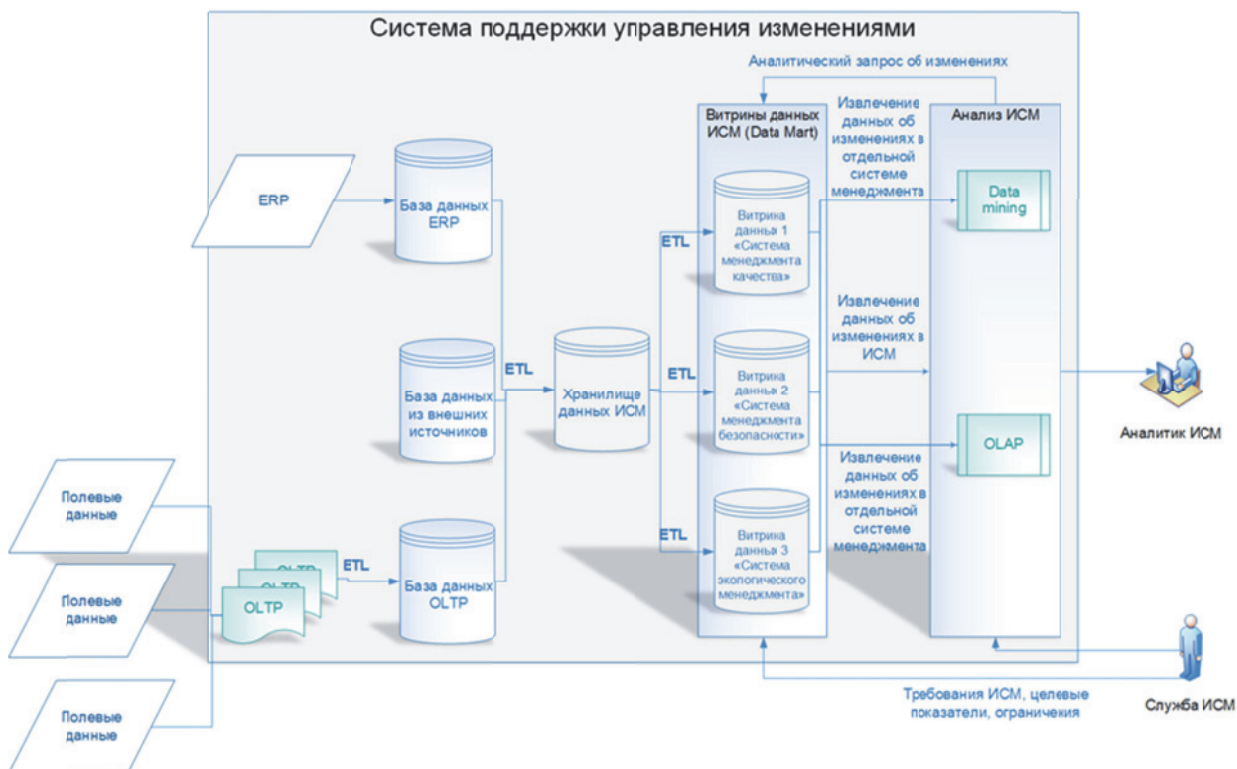


Рис. 1. Архитектура системы поддержки управления изменениями в контексте ИСМ (систематизировано авторами)

продукции и др.) агрегированы в витрине данных 1, критерии безопасности производства (аварий, инцидентов и пр.) – в витрине данных 2, критерии климатического воздействия, энергопотребления, охраны окружающей среды – в витрине данных 3.

Проблема формирования витрин данных состоит в дублировании информации в хранилище данных и соответствующий перерасход ресурсов. Вместе с тем наличие витрин данных обеспечивает параллельный предметный мониторинг изменений в целях оперативной аналитики данных.

Основным критерием оценки интегрированной системы менеджмента является выполнение плановых показателей и требований. Преимущественно сведения о невыполнении поступают в аналитический блок, в котором подлежат обработке посредством технологий OLAP и Data Mining.

1) OLAP (online analytical processing) – это интерактивная аналитическая обработка данных, упорядоченных по многомерному принципу. Если базы данных OLTP не предназначены для анализа, то OLAP позволяет формировать отчетность по большим массивам данных. Причем, в нашем случае технология OLAP может применяться как в отношении всего хранилища данных интегрированной системы менеджмента, так и в разрезе витрин данных.

OLAP-системы имеют специфику с точки зрения горизонта планирования. Системы OLTP регулярно обновляют данные, служат для управления изменениями на оперативном уровне планирования производственных процессов; базы данных OLAP, напротив, обновляются реже и соответствуют стратегическому горизонту планирования производства.

Наряду с преимуществами аналитика OLAP имеет определенные недостатки. К ограничениям технологии OLAP относятся вероятность задержек, поскольку структуризация данных требует времени и технических мощностей; формулирование гипотез осуществляется аналитиком на основе упорядоченной системы данных.

2) Технологии Data Mining обеспечивают возможность интеллектуального анализа данных, выявления латентных нетривиальных закономерностей, формулирования гипотез из «сырых» данных. Data Mining позволяет автоматизировать решение задач классификации и регрессии, кластеризации, поиска ассоциаций.

С позиции управления изменениями инструменты Data Mining позволяют выявлять такие паттерны (закономерности), которые необходимо учитывать в цикле PDCA при совершенствовании интегрированной системы менеджмента.

Таким образом, резюмируя положения представленной на рисунке 1 системы поддержки управления изменениями, подчеркнем, что критерии и показатели требуют стандартизации и унификации, которые, в свою очередь, определяют эффективность интегрированной системы менеджмента и системы поддержки принятия управленческих решений.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯМИ В КОНТЕКСТЕ ИСМ

Опираясь на представленную архитектуру и содержание системы, целесообразно классифицировать критерии эффективности автоматизированной системы в соответствии с блоками:

- 1) эффективность системы OLTP (Э_OLTP);
- 2) эффективность хранилища данных (Э_ХД);
- 3) эффективность процессов ETL (Э_ETL);
- 4) эффективность витрин данных (Э_ВД);
- 5) эффективность анализа данных (Э_АД), в

том числе:

- а) интеллектуального анализа данных;
- б) OLAP.

На рисунке 2 визуализированы элементы эффективности системы поддержки управления изменениями.

Все 5 блоков определяют интегральную эффективность (Э_ИСМ), которая проявляется в качестве и результативности принятого управленческого решения. Критериями оценки эффективности на интегральном уровне являются:

– скорость ответа на возмущения, воздействующие на производственную систему, с учетом требований систем менеджмента качества, безопасности, экологического менеджмента; скорость внедрения проектов по реконструкции и модернизации производственной системы;

– изменение энтропии производственной системы (изменение количества аварий, инцидентов, выбросов парниковых газов прямых и косвенных и пр.);

– изменение результатов операционной деятельности (прирост объемов продаж производимой продукции, выручки от продаж и др.);

– совокупный процент выполнения целей устойчивого развития как результат реализации комплекса мероприятий по охране труда, защите окружающей среды, автоматизации и цифровизации производственных процессов.

Далее более подробно разберем структурно-логические блоки эффективности.

Эффективность системы OLTP. Выше было отмечено, что данная система предназначена преимущественно для сбора данных. Источником данных, как правило, служат либо автоматизированная передача данных с устройств, либо вводимая вручную операторами информа-

Эффективность системы поддержки управления изменениями

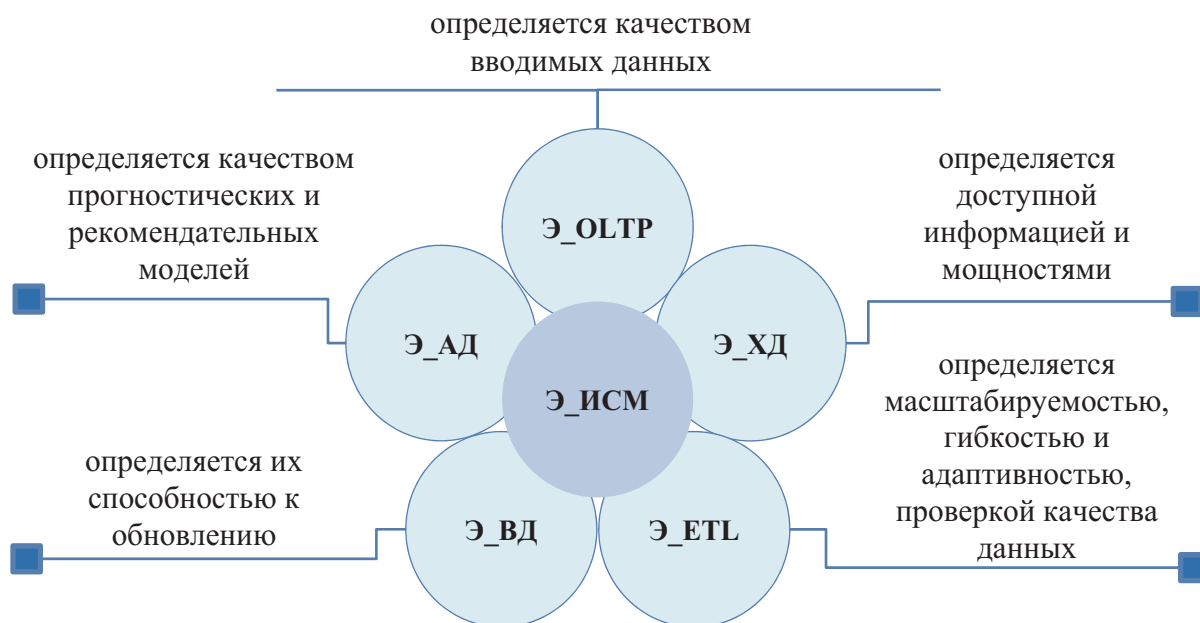


Рис. 2. Элементы эффективности системы поддержки управления изменениями (разработано авторами)

ция. В последнем случае неизбежны риски ошибок, что сказывается на результатах обработки информации и выводимых на данном этапе данных по запросу оператора. Как следствие, эффективность системы OLTP во многом определяется качеством вводимых данных. Кроме того, детальные данные (еще не агрегированные) хранятся в разных форматах, размерностях, что усложняет поиск искомой информации и обработки полевых данных.

Эффективность процессов ETL зависит от их масштабируемости (с учетом расширения производственной деятельности, ввода новых производственных площадок), гибкости и адаптивности в условиях изменений, алгоритмов проверки качества данных (во избежание дублирования информации, загрузки некорректных значений).

Эффективность хранилища данных определяется [8,9]:

- доступной информацией и мощностями, поскольку данные в системе OLTP не хранятся длительное время в силу избегания перегрузки серверных мощностей и оптимизации затрат на обслуживание автоматизированных систем;
- структурой данных, что отражается на времени выполнения запросов;
- структурой запросов (элементы, оптимизирующие процесс поиска данных);
- масштабируемостью;
- кэшированием, обеспечивающим оптимизацию времени запроса за счет сохраненной истории предыдущих запросов.

Эффективность витрин данных определяется их способностью к обновлению в случае изменений или дополнений в систему данных. Следствием является предоставление релевантных данных о производственном процессе и его ресурсообеспечении.

Эффективность анализа данных определяется качеством прогностических и рекомендательных моделей, их адекватностью, статистической значимостью критериев.

Таким образом, критерии эффективности систем поддержки управления изменениями можно классифицировать на 2 категории, характеризующие функционирование:

1) интегрированной системы менеджмента и ее элементов с точки зрения организации производственных систем:

- интегральный показатель, коэффициент (Э_ИСМ);
- коэффициенты травматизма, происшествий;
- коэффициенты ресурсопотребления, утилизации и обезвреживания отходов;

2) автоматизированной системы (АС), заданных алгоритмов исследования данных, Data Mining и качество математических моделей:

- скорость управления данными;
- качество управления данными;
- качество рекомендательных моделей (коэффициент детерминации, р-значимость критериев, адекватность и др.).

Прежде всего, остановимся на первом блоке критериев, отражающих непрерывное управле-

ние изменениями, связанными с достижением целей устойчивого развития и ESG-показателей. Для их оценки предложено опираться на методику средней геометрической по ряду причин: во-первых, позволяет избежать проблему поиска весовых коэффициентов; во-вторых, позволяет привести к единому знаменателю разноразмерные показатели; в-третьих, позволяет в большей степени учесть разницу между множимыми при усреднении (сравнительно с другими методами определения средней величины).

Учитывая данные положения, предложен интегральный двухуровневый подход к измерению эффективности интегрированной системы менеджмента (рисунок 3), в рамках которого предусмотрена оценка подсистем и системы менеджмента.

Расчет энтропии производственной системы предлагается осуществлять на основе отношения финансового результата функционирования производственной системы к величине инвестиций в НИОКР (который является инструментом упорядочения потоков, в первую очередь, материальных и информационных) [10].

Порядок расчета прочих показателей основан на принципе вычисления средней геометрической и представлен ниже:

1) показатель интегрированной системы менеджмента предприятия:

$$\text{Э}_{\text{ИСМ}} = \sqrt[3]{\text{УК} \times \text{УБ} \times \text{УЭ}},$$

2) выполнение плана устойчивого развития предприятия:

$$\text{УК} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \text{УК}_i},$$

где УК_i – частные показатели выполнения плана устойчивого развития как результат реализации системы менеджмента качества;

3) уровень безопасности производства:

$$\text{УБ} = \sqrt[5]{\prod_{i=1}^5 \text{УБ}_i},$$

где УБ_i – частные показатели обеспечения безопасности производства;

4) уровень экологизации производственных процессов:

$$\text{УЭ} = \sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \text{УЭ}_i},$$

где УЭ_i – частные показатели обеспечения экологических производственных процессов.

При этом используется правило прямого учета для показателей позитивного характера (УБ), и обратного учета – для показателей негативного характера ($1/\text{УБ}_i$). В рамках предложенного подхода к числу первых относятся показатели УК_i и УЭ_i , ко вторым – УБ_i , УЭ_1 , УЭ_2 , УЭ_3 .

Второй блок критериев рассмотрим на примере качества математических и прогностических моделей. К числу таких методов обработки данных относятся [8]:

1) регрессионный анализ – позволяет количественно описать зависимость результирующей переменной от входных независимых переменных, описывающих исследуемый производственный объект, процесс или систему в целом;

2) деревья решений – графическое представление последовательной классификации наблюдений или предсказательных структур

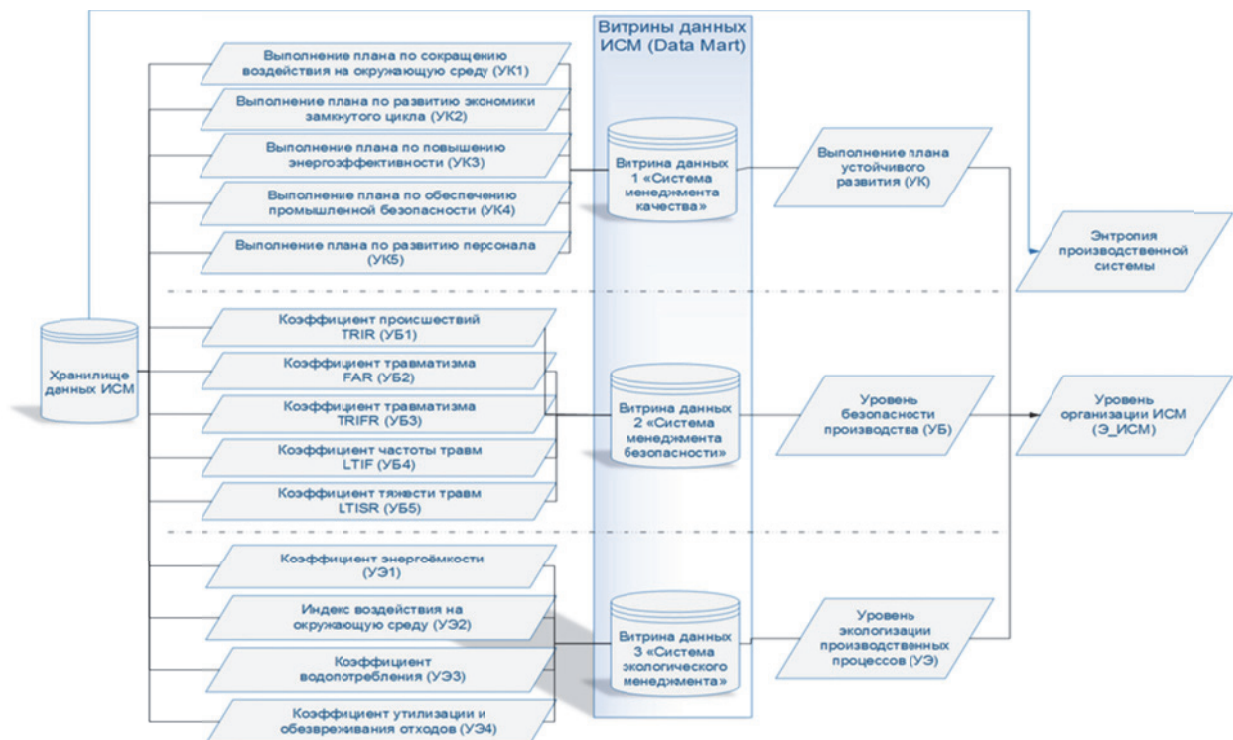


Рис. 3. Методика оценки эффективности системы поддержки управления изменениями (разработана авторами)

(регрессии) на основе выявленных латентных правил и закономерностей (алгоритмы CART – Classification And Regression Tree);

3) кластерный анализ – объединение наблюдений (производственных площадок, производственных участков, цехов, машин и оборудования и др.) по группам на основании одного и более признаков, что позволяет применять дифференцированный подход к реализации мер по совершенствованию систем менеджмента относительно выделяемых групп наблюдений;

4) генетические алгоритмы (алгоритмы поиска) – методы оптимизации, поиска наилучших значений исследуемых переменных с учетом ограниченных ресурсов и необходимости достижения поставленной цели, реализуются путем последовательного комбинирования параметров;

5) автоматизированные нейронные сети, основанные на процессе обучения на входных данных с целью выявления правил, закономерностей (присутствующих в данных) и влияния на результирующий показатель.

Перечень альтернативных методов прогнозирования изменений и соответствующего эффекта представлен в таблице 1.

опасности», «Система экологического менеджмента»). Авторские положения направлены на структурирование, обработку и аналитику больших данных с целью выявления узких мест и совершенствования организации производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – 24 с.
2. ГОСТ Р ИСО 14001-2007 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. – М.: Стандартинформ, 2008. – 53 с.
3. ГОСТ Р 54934-2012/OHSAS 18001:2007 Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования. – М.: Стандартинформ, 2012. – 21 с.
4. Гонюкова, Е.В. Исследование показателя экономической энтропии и его влияния на производственный потенциал / Е.В. Гонюкова, Сухорукова О.А. // Известия ЮЗГУ. Серия Экономика. Социология. Менеджмент. – 2011. – № 1. – С. 101-108.
5. Пустовойт, К.С. Энтропийный подход к управлению производством с учетом стратегических целей предприятия / К.С. Пустовойт, Н.Ю. Бухвалов, В.Ю. Столбов, М.Б. Гитман // Проблемы управления. – 2012. – № 6. – С. 32-39.

Таблица 1 – Критерии качества Data Mining (систематизировано авторами)

Метод интеллектуального анализа	Критерии эффективности
Регрессионный анализ	коэффициент детерминации, критерий Фишера, критерий Стьюдента
Деревья решений	цена кросс-проверки (перекрестной), цена обучения
Кластерный анализ	статистическая значимость p
Генетические алгоритмы	устойчивость, надежность, скорость сходимости
Автоматизированные нейронные сети	ошибка обучения нейронной сети,

При достаточном накоплении наблюдений перечисленные подходы обеспечат получение наиболее объективных результатов. Качественные модели зависимости результирующего показателя производственной системы от планируемых и непредумышленных изменений способны повысить эффективность системы поддержки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, предложена индикативная система оценки эффективности систем поддержки управления изменениями, сочетающая стандартизацию критериев эффективности (УК, УБ, УЭ), оценку энтропии производственной системы и предложенный двухуровневый подход к диагностике интегрированной системы менеджмента, обусловленный конструированием тематических витрин данных («Система менеджмента качества», «Система менеджмента без-

6. Качапкина, Ю.В. Разработка методики оценки эффективности интегрированных формирований в промышленности / Ю.В. Качапкина, Г.С. Мерзликина // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2011. – № 1. – С. 23-28.
7. Барсегян, А.А. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining / А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, В.В. Степаненко, И.И. Холод. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 336 с.
8. Архитектура аналитических систем на платформе «1С: Предприятие» [Электронный ресурс]. – URL: <https://its.1c.ru/db/metod8dev/content/6009/hdoc> (дата обращения 14.06.2024).
9. Беляцкий, Н.П. Квантовая природа менеджмента / Н.П. Беляцкий // Менеджмент в России и за рубежом. 2005. № 4. С. 3-7.
10. Витрина хранилища данных: что это и как это работает [Электронный ресурс]. – URL: <https://danimals.ru/faq/vitrina-xranilishha-dannux-to-eto-i-kak-eto-rabotaet> (дата обращения 20.06.2024).

METHODOLOGY FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF THE CHANGE MANAGEMENT SUPPORT SYSTEM

© 2024 L. Sh. Aiupova, M. V. Shinkevich

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

In the context of improving the organization of production, an automated change management support complex requires recording information circulating in an integrated management system. The purpose of the study is to develop a methodology for evaluating the effectiveness of change management support systems. To achieve this goal, a change management support scheme has been systematized, which structures and transforms information flows to increase the effectiveness of the integrated enterprise management system. It is determined that criteria and indicators require standardization and unification, which, in turn, determine the effectiveness of an integrated management system and a management decision support system. The elements of the effectiveness of the change management support system are structured, which determine the integral effectiveness, which is manifested in the quality and effectiveness of the management decision made. The proposed criteria for the effectiveness of change management support systems, characterizing the functioning of the integrated management system and its elements from the point of view of the organization of production systems, reflect the continuous management of changes related to the achievement of sustainable development goals and ESG indicators. Thus, an indicative system for evaluating the effectiveness of change management support systems is proposed, combining standardization of efficiency criteria, assessment of the entropy of the production system and the proposed two-level approach to the diagnosis of an integrated management system, due to the design of thematic data storefronts.

Keywords: change management, support systems, standardization of criteria, integrated management systems, efficiency assessment, production organization, management system, industrial enterprises.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-4-43-49

EDN: CIUCRL

REFERENCES

1. GOST R ISO 9001-2015 Sistemy menedzhmenta kachestva. Trebovaniya. – M.: Standartinform, 2015. – 24 s.
2. GOST R ISO 14001-2007 Sistemy ekologicheskogo menedzhmenta. Trebovaniya i rukovodstvo po primeneniyu. – M.: Standartinform, 2008. – 53 s.
3. GOST R 54934-2012/OHSAS 18001:2007 Sistemy menedzhmenta bezopasnosti truda i ohrany zdorov'ya. Trebovaniya. – M.: Standartinform, 2012. – 21 s.
4. Gonyukova, E.V. Issledovanie pokazatelya ekonomicheskoy entropii i ego vliyaniya na proizvodstvennyj potencial / E.V. Gonyukova, Suhorukova O.A. // Izvestiya YUZGU. Seriya Ekonomika. Sociologiya. Menedzhment. – 2011. – № 1. – S. 101-108.
5. Pustovojt, K.S. Entropijnyj podhod k upravleniyu proizvodstvom s uchedom strategicheskikh celej predpriyatiya / K.S. Pustovojt, N.YU. Buhvalov, V.YU. Stolbov, M.B. Gitman // Problemy upravleniya. – 2012. – № 6. – S. 32-39.
6. Kachapkina, Yu.V. Razrabotka metodiki ocenki effektivnosti integrirovannyh formirovanij v promyshlennosti / YU.V. Kachapkina, G.S. Merzlikina // Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2011. – № 1. – S. 23-28.
7. Barsegyan, A.A. Metody i modeli analiza dannyh: OLAP i Data Mining / A.A. Barsegyan, M.S. Kupriyanov, V.V. Stepanenko, I.I. Holod. – SPb.: BHV-Peterburg, 2004. – 336 s.
8. Arhitektura analiticheskikh sistem na platforme «1S: Predpriyatie» [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://its.1c.ru/db/metod8dev/content/6009/hdoc> (data obrashcheniya 14.06.2024).
9. Belyackij, N.P. Kvantovaya priroda menedzhmenta / N.P. Belyackij // Menedzhment v Rossii i za rubezhom. 2005. № 4. S. 3-7.
10. Vitrina hranilishcha dannyh: chto eto i kak eto rabotaet [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://danimals.ru/faq/vitrina-xranilishha-dannyx-cto-eto-i-kak-eto-rabotaet> (data obrashcheniya 20.06.2024).

Lyaysan Aiupova, Postgraduate Student, Assistant of the Department of Logistics and Management.

E-mail: lyaysanumc@mail.ru

Marina Shinkevich, Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of the Department of Logistics and Management.

E-mail: leotau@mail.ru