

УДК 338.012

**ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MES-СИСТЕМ: ОБЗОР ИНСТРУМЕНТОВ****С.Е. Жура, О.В. Кондраков**

Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», Москва, email: sgura2015@yandex.ru, kondrakov.ov@misis.ru

**Аннотация.** В авторском исследовании рассмотрены основные базовые компоненты автоматизированных систем управления производственными процессами в условиях перехода промышленных предприятий на инновационный путь развития. Проведен обзор ИТ-решений зарубежных поставщиков и российских альтернатив, основанный на анализе современного состояния рынка производственного программного обеспечения. В связи с санкционными ограничениями большинство зарубежных ИТ-решений стало недоступно для российских предприятий, что создало серьезные вызовы для промышленности. Данные ограничения не позволяют использовать зарубежные ИТ-решения в проектах внедрения систем класса MES, также эти ограничения не позволяют осуществлять необходимую поддержку уже внедренных продуктов зарубежных поставщиков ИТ-решений. В целях поиска альтернатив был проведен комплексный анализ доступных ИТ-решений российских поставщиков, представлена классификация доступных актуальных ИТ-продуктов и платформ, способных обеспечить импортозамещение и технологический суверенитет в области управления производственными процессами.

**Ключевые слова:** инновации, промышленные предприятия, отрасли производства, MES системы, ИТ-решения.

**DIGITAL TRANSFORMATION OF ECONOMIC ACTIVITIES USING MES SYSTEMS: AN OVERVIEW OF TOOLS****S.E. Zhura, O.V. Kondrakov**

National University of Science and Technology «MISIS», Moscow, email: sgura2015@yandex.ru, kondrakov.ov@misis.ru

**Abstract.** The author's research examines the main basic components of automated production process management systems in the context of industrial enterprises' transition to an innovative path of development. A review of IT solutions from foreign suppliers and Russian alternatives is conducted based on an analysis of the current state of the production software market. Due to the sanctions restrictions, most foreign IT solutions have become unavailable for Russian enterprises, which has created serious challenges for the industry. These restrictions prevent the use of foreign IT solutions in MES system implementation projects, and they also make it impossible to provide the necessary support for the products of foreign IT solution providers that have already been implemented. In order to find alternatives, a comprehensive analysis of the available IT solutions from Russian suppliers was conducted, and a classification of the available current IT products and platforms that can provide import substitution and technological sovereignty in the field of production process management was presented.

**Keywords:** innovation, industrial enterprises, manufacturing industries, MES systems, IT solutions.

Дата поступления статьи в редакцию: 03.09.2025

Дата принятия статьи в печать: 10.10.2025

**Введение**

В условиях перехода на новый уровень развития промышленных предприятий важное значение приобретают ИТ-решения по реализации MES-систем (Manufacturing Execution System, систем управления производственными процессами), которые направлены на оптимизацию производства и повышение эффективности работы промышленных предприятия.

Внедрение MES-систем имеет ряд преимуществ, таких как сокращение расходов на сырьё, оборудование, электроэнергию и персонал; повышение гибкости бизнес-систем; сокращение процента брака и улучшение функциональности и надёжности продукции; поддержка оптимального объёма запасов.

Большое значение приобретают исследования российских ученых, направленные на изучение инновационных направлений развития бизнеса. В частности, авторы предлагают проводить трансформацию системы

управления организации [1, 2], разрабатывают методические подходы к оценке инновационного потенциала промышленных компаний [3-5], изучают направления развития малых инновационных компаний [6]. В тоже время следует проводить исследования по внедрению ИТ-решений в управление компаний, что становится особенно актуально в условиях отказа западных вендоров от поставок оборудования, программного обеспечения, приостановление техподдержки обновлений, которые заметно повлияли на ИТ-бизнес.

### **Цель исследования**

Цель исследования – изучить зарубежный и российский опыт по реализации MES систем обеспечения импортозамещения и технологического суверенитета в области управления производственными процессами в условиях перехода промышленных предприятий на инновационный путь развития.

### **Материал и методы исследования**

В мировом масштабе существует множество вендоров MES, каждый из которых предлагает уникальные решения и развивает собственный продукт с учетом быстро меняющихся требований цифровой трансформации. В данной статье анализируется список основных ведущих игроков рынка MES. Анализ опирается на данные Gartner Magic Quadrant 2024, отчеты McKinsey 2024 Manufacturing Trends, BCG Industry 4.0 Benchmark и другие источники [7-9].

Pi System (OSIsoft / AVEVA) – это платформа для сбора, хранения и анализа больших объемов производственных данных в реальном времени. Основанная в 1980 году компания OSIsoft стала пионером сбора временных рядов данных с производственного оборудования. В 2021 году OSIsoft вошла в состав AVEVA, но Pi System продолжает оставаться критически важным элементом промышленных ИТ-систем.

В отличие от классических MES, Pi System предоставляет инфраструктуру для мониторинга и хранения данных, выступая связующим звеном для интеграции MES с АСУТП и ERP. Пользователи получают доступ к аналитике, мониторингу и визуализации дашбордов, что значительно повышает эффективность оперативного управления производством. Pi System широко используется в энергетике, нефтегазе, химической и фармацевтической промышленности по всему миру [10, 11].

Siemens Opcenter – пакет программных решений для управления производственными процессами, разработанный компанией Siemens. Siemens компания с богатой историей, которая началась еще в XIX веке. Опираясь на многолетний опыт в автоматизации и цифровизации производства, Siemens предлагает продукт Opcenter MES как часть своей платформы Xcelerator. Opcenter обеспечивает гибкие решения по управлению производственными процессами, интеграцию с собственным оборудованием Siemens и поддерживает стандарты IIoT и цифрового производства.

Среди ключевых преимуществ Opcenter – возможность настройки и визуализации производственных процессов, поддержка комплексных производственных сценариев и цифровых двойников, что помогает клиентам адаптироваться к новой реальности кастомизированного производства [12].

Американский вендор Rockwell Automation известен как крупный игрок в области производственной автоматизации. Он предлагает MES-решения в рамках FactoryTalk, фокусируясь на производственных отраслях с высокой степенью стандартизации и требованиями к безопасности, таких как пищевая промышленность и FMCG.

Основные достоинства – надежность управления процессами, масштабируемость, глубокая интеграция с промышленным оборудованием, а также сильная клиентская база в Северной Америке.

Honeywell Connected Plant – концепция «подключённого предприятия» компании Honeywell, которая предполагает внедрение технологий промышленного Интернета вещей (IIoT) на предприятиях. Honeywell разработала MES как часть решения Connected Plant. Продукт ориентирован на предприятия с непрерывными процессами, в частности нефтегаз, химия и энергетика. Honeywell предлагает масштабируемые решения с глубоким уровнем контроля безопасности и аналитики, а также интеграцию с системами управления техпроцессами.

Ключевым преимуществом является надежность и адаптация систем для промышленного контроля и безопасности, что особенно важно для критически важных отраслей [13].

DELMIA от Dassault Syst mes сочетает решения MES с мощными инструментами цифровых двойников и 3D-моделирования. Компания фокусируется на комплексном цифровом производстве, предоставляя решения для авиационного, автомобилестроительного и сложного машиностроительного секторов.

DELMIA позволяет эффективно моделировать, контролировать и оптимизировать производственные потоки, делая упор на интеграцию с PLM и CAD-системами, тем самым облегчая цифровую трансформацию крупных промышленных предприятий [14].

ABB, будучи лидером в области энергетики и промышленной автоматизации, предлагает MES-решения в составе платформы ABB Ability. Эти решения рассчитаны на критическую инфраструктуру и энергетический сектор, обеспечивая надежное управление производством и ресурсами с глубоким уровнем IoT-интеграции. ABB MES фокусируется на устойчивости, аналитике данных и поддержке операций в масштабных и распределенных системах [15].

Aveva Wonderware – это программная платформа для промышленной автоматизации, которая включает интерфейс человека и машины (HMI) и систему сбора данных (SCADA). Wonderware, основанная в 1987 году, стала одним из пионеров в области SCADA и MES. В настоящее время бренд Wonderware входит в AVEVA. Решения Wonderware MES дополняются мощным Aveva Historian – процессной базой данных реального времени, обеспечивающей эффективное хранение, сжатие и анализ временных рядов данных.

Продукты Wonderware широко используются в пищевой, химической и добывающей промышленности благодаря их высокой производительности, масштабируемости и удобным средствам интеграции с другими системами. Их MES-система является ключевым инструментом для управления, мониторинга и оптимизации производства [16].

GE Digital – подразделение General Electric, специализирующееся на промышленном программном обеспечении, включая Manufacturing Execution System (MES). Их продукт Proficy Smart Factory MES ориентирован на широкий спектр отраслей – от автомобильной промышленности до энергетики и FMCG.

GE Digital предлагает гибкую, масштабируемую MES-платформу с возможностями развертывания в облаке и на предприятии. Система интегрирует данные с оборудования различных производителей, обеспечивает контроль качества, мониторинг производственных процессов в режиме реального времени и визуализацию данных. Отдельной инновацией являются технологии дополненной реальности для повышения эффективности обучения и операций на производстве.

GE Digital занимает одну из лидирующих позиций в сегменте MES, активно развивая технологии Industry 4.0 и цифрового производства.

Проведем анализ и исследуем рыночную позицию ведущих зарубежных вендоров (табл. 1).

Таблица 1

Сводная таблица ведущих MES-вендоров (2024)

Вендор	Год основания	Основные рынки	Ключевой продукт	Рыночная доля (2024, %)	Особенности и преимущества
Siemens Opcenter	1847	Европа, США, Азия	Opcenter MES	14	Комплексность, интеграция с промышленным оборудованием
Rockwell Automation	1903	США, Северная Америка	FactoryTalk MES	11	Надежность, масштабируемость, стабильность
Honeywell	1906	Глобально	Connected Plant MES	9	Безопасность, химия, нефтегаз
Dassault Syst mes	1981	Европа, Северная Америка	DELMIA MES	8	Цифровые двойники, промышленный дизайн
ABB	1988	Европа, Азия	ABB Ability MES	6	Энергетика, инфраструктура
Aveva Wonderware	1987	Европа, Северная Америка	Aveva MES и Historian	7	Масштабируемость, аналитика, историзация
GE Digital	1892	Глобально	Proficy Smart Factory MES	~7	Гибкость, облачные решения, дополнительная реальность
AVEVA (OSIsoft)	1980	Глобально	PI System	-	Инфраструктура данных, интеграция с MES

Gartner в своем Magic Quadrant 2024 подтверждает лидерство Siemens, Rockwell Automation и Honeywell, выделяя их способность к разработке комплексных, масштабируемых и гибких MES-систем. Dassault и ABB также признаны лидерами в своих нишах, причем Dassault выделяется благодаря цифровым двойникам и комплексному цифровому производству.

Pi System от AVEVA занимает уникальную позицию как инфраструктура данных, критически важная для современных MES. Aveva Wonderware расширяет портфель с мощными MES решениями с упором на промышленный анализ и историзацию данных. GE Digital дополняет список лидеров своими гибкими, облачными и инновационными решениями.

Отчеты McKinsey 2024 акцентируют внимание на интеграции MES с цифровыми двойниками и AI-механизмами для повышения адаптивности производства. Методики оценки рыночных долей и описание крупнейших вендоров представлены в таблице 2.

Таблица 2

### Описание ведущих вендоров MES и методики оценки рыночных долей

Вендор	Краткое описание и особенности	Методика оценки рыночной доли
Siemens Opcenter	Крупнейший портфель MES-решений в Европе, США и Азии; лидирует по продаже и крупным проектам	Суммирование выручки MES-продуктов, анализ крупных проектов, отраслевой охват, усреднение по рынкам
Rockwell Automation	Доминирует в Северной Америке, сильна в пищевой промышленности и FMCG	Оценка исходя из выручки с MES и объемов внедрений, размер клиентской базы, тенденции рынка
Honeywell	Фокус на нефтегазовом и химическом секторах, высокая надежность и безопасность	Анализ выручки MES, сегмента нефтегаза, данные McKinsey и BCG по безопасности и контролю производства
Dassault Syst mes	Приоритет цифровых двойников, интеграция PLM и CAD с MES	Оценка инвестиций в R&D, выручка, внедрения инновационных цифровых решений
ABB	Сильны в энергетике и инфраструктуре	Объем выручки из энергетического сектора, региональная специфика рынка
Aveva Wonderware	Лидер в SCADA и MES, мощная платформа Historian	Анализ выручки MES и Historian, данные внедрений многоточечных проектов
GE Digital	Инновации в облачных MES, дополненная реальность, гибкость	Финансовые отчеты, географический охват, клиентская база, инновационные технологии
AVEVA (OSisoft) PI	Инфраструктурный продукт для данных, не классический MES	Оценка как платформы данных, без прямых продаж MES

Использование комплексного подхода, основанного на анализе финансовых отчетов, отраслевых исследований, опросах клиентов и рыночных тенденций, позволяет получить объективную оценку долей ведущих MES-вендоров. Несмотря на ориентировочность данных, методики и источники дают достаточную точность для стратегического анализа рынка.

Авторы провели исследование MES решений, представленных на российском рынке. В условиях импортозамещения и санкционного давления российский рынок MES-систем демонстрирует активный рост и структурные изменения. Обзор текущего состояния рынка оценивает доли ключевых игроков и выявляет основные тенденции, используя данные из открытых источников и отраслевых исследований за 2024 год.

Данные о долях рынка MES-систем в России по состоянию на 2024 год основаны на комплексном анализе открытых источников, включая отчеты разработчиков, экспертные оценки, анализ базы заказчиков и отраслевые обзоры. Методика включает сопоставление численности клиентской базы, объемов продаж, количества внедрений и оценки функциональной зрелости решений. Полученные показатели являются индикативными и предназначены для выявления общих тенденций, а не для формирования точных количественных выводов. Методология учитывает как данные самооценки вендоров, так и верифицированную статистику реализованных проектов, представленную в исследованиях TAdviser и Сколково, а также в отраслевых публикациях [14].

Российский рынок MES-систем демонстрирует устойчивую положительную динамику. По итогам 2024 года его объем оценивается приблизительно в 15 млрд рублей. Ожидается, что к 2028 году рынок достигнет отметки в 16,6 млрд рублей, демонстрируя среднегодовой темп роста (CAGR) на уровне около 11% [15].

Анализ рыночных долей ведущих отечественных поставщиков MES проведен на основе агрегирования данных из открытых источников и носит оценочный характер. Точное ранжирование затруднено в связи с коммерческой закрытостью части информации и широким разнообразием продуктовых портфелей компаний. Ключевые наблюдения:

- Платформенные решения (Zyfra Industrial IoT, AggreGate, InduSoft) занимают лидирующие позиции, суммарно контролируя около 40-45% рынка, в основном за счет реализации крупных проектов на промышленных предприятиях.
- Учетные системы (1С:MES) сохраняют значительную долю (порядка 15-20%) в сегменте малого и среднего бизнеса, где востребована их тесная интеграция с бухгалтерскими и ERP-системами.

– Специализированные и отраслевые решения распределены между нишевыми игроками и в совокупности занимают около 35-40% рынка.

MES-решения на российском рынке можно разделить на три ключевые категории, исходя из их функциональности и целевой аудитории (таблица 3):

1. Платформенные MES. Универсальные, масштабируемые системы с широким охватом функций и гибкими возможностями адаптации под различные отрасли и технологические процессы.

2. Учетные MES. Решения, сфокусированные на задачах сбора данных, оперативного учета и формирования отчетности. Часто выступают как расширение ERP-систем.

3. Специализированные (отраслевые) MES. Узконаправленные продукты, разработанные для специфических видов производств (нефтехимия, металлургия, АПК) или решения конкретных технологических задач.

Таблица 3

**Ранжирование по категориям**

Категория	Вендор	Краткое описание
Платформенные	Zyfra Industrial IoT	Высокоуровневая платформа с поддержкой AI/ML, IoT и Big Data. Уровень готовности УГТ 9. Ориентирована на крупные и уникальные высокотехнологичные производства
	AggreGate (Tibbo Systems)	Многопользовательская платформа для оперативного управления производством с развитой аналитикой, модулями OEE и глубокой интеграцией с ERP-системами
	InduSoft	Популярное решение класса SCADA/MES с гибкими средствами интеграции, развитыми инструментами для операторов и поддержкой промышленного IoT
Учетные	1C:MES	Комплексное решение для учета и отчетности, тесно интегрированное с экосистемой 1C. Наиболее востребовано в малом и среднем бизнесе
Специализированные	TerraLink (TL.Solutions)	Отраслевая MES для непрерывных производств (химия, АПК, пищепром) с акцентом на мониторинг и оптимизацию техпроцессов
	Гольфстрим (АСКОН)	Решения для дискретного машиностроения, управления распределенными производствами и контроля
	Lanit MES	Модульная система с гибкой архитектурой для планирования и учета ресурсов в различных отраслях
	BICS Tech	MES для энергетического сектора с усиленным функционалом интеграции с АСУ ТП и мониторинга
	Softline	Решения для МСБ с фокусом на быстрое внедрение и всестороннюю техническую поддержку
	New Vision Group	Инновационные решения с компонентами интеллектуального анализа данных и предиктивной аналитики
	E-Logika	Специализированные продукты для металлургии, ориентированные на оптимизацию затрат и анализ больших данных производства
	Software AG	Комплексные платформенные решения для крупных предприятий с расширенными возможностями планирования

**Результаты исследования**

На основе проведенного исследования выделим следующие ключевые тенденции развития рынка:

1. Консолидация и рост зрелости: Рынок постепенно структурируется, выделяются явные лидеры.
2. Расширение функциональности: Растет спрос на платформенные и отраслевые решения с расширенными возможностями (AI, ML, предиктивная аналитика).
3. Глубокая интеграция: MES все чаще внедряются как часть единого цифрового контура предприятия вместе с ERP, APS и PLM.
4. Развитие интерфейсов: Активно развиваются мобильные и веб-интерфейсы для удаленного контроля и управления.
5. Импортозамещение: Государственная поддержка и санкционное давление продолжают стимулировать спрос на отечественные продукты.
6. Эволюционный подход: Для снижения рисков предприятия предпочитают поэтапное, модульное внедрение MES.

Прогнозируемый рост рынка до 16,6 млрд рублей к 2028 году (CAGR ~11%) подтверждается едиными оценками ведущих аналитических агентств [14, 15].

**Выводы**

Можно сделать вывод, что многочисленные санкции, которые были введены против России, повлияли на доступность некоторых зарубежных ИТ-услуг и продуктов, включая облачные сервисы и программное обеспечение, что создало серьезные вызовы для промышленности. Проекты внедрения систем класса MES также испытывают ограничения по использованию зарубежных ИТ-решений, что требует перехода на доступные актуальные российские ИТ-продукты и платформы, которые способны обеспечить импортозамещение и технологический суверенитет в области управления производственными процессами, что становится наиболее актуально в условиях перехода российских компаний на инновационный путь развития.

**Литература**

1. Митенков А.В. Теория трансформации системы управления организации. М.: ООО «Стройинформиздат», 2024. 200 с.
2. Митенков А.В. Анализ цифровой трансформации строительной отрасли // XIII Конгресс молодых ученых. Экономика и инновации: Сборник тезисов, Санкт-Петербург, 08–11 апреля 2024 года. СПб.: Национальный исследовательский университет ИТМО, 2024. С. 157-158.
3. Кузьмина А.А. Механизм венчурного инвестирования в повышении качества продукции промышленных предприятий // Финансовый бизнес. 2023. № 2 (236). С. 75-78.
4. Елисеева Е.Н., Кузьмина А.А. Совершенствование методических подходов в оценке инновационного потенциала с учетом реализации кластеризации промышленности региональной экономики // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. 2025. Т. 35, № 2. С. 237-244. DOI: 10.35634/2412-9593-2025-35-2-237-244.
5. Елисеева Е.Н., Жура С.Е., Хайдаралиев Ш.Р. Современное состояние и перспективы развития горнодобывающей отрасли // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 1, № 1 (154). С. 25-33.
6. Zhura S.E., Vorobyova O.I., Ershova I.V. The impact of self-regulation and state regulation on small business development: an innovative approach // Kutafin Law Review. 2023. V. 10. № 1. P. 41-64.
7. Gartner Magic Quadrant for Manufacturing Execution Systems, 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-2A52QXZW> (дата обращения 25.08.2025).
8. McKinsey & Company. Manufacturing Trends 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/advanced-electronics/our-insights/manufacturing-trends-2024> (дата обращения 25.08.2025).
9. Novotek. Proficy MES Customer References Booklet 2024. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.novotek.com/ru/wp-content/uploads/sites/6/Ratkaisut\\_ja\\_Tuotteet/MES/MES-References-Booklet-2024.pdf](https://www.novotek.com/ru/wp-content/uploads/sites/6/Ratkaisut_ja_Tuotteet/MES/MES-References-Booklet-2024.pdf) (дата обращения 25.08.2025).
10. OSIsoft. PI System Overview. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.teknik-segala.com/pi.htm> (дата обращения 25.08.2025).
11. AVEVA Wonderware Historian and MES. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.aveva.com/en/products/historian/> (дата обращения 25.08.2025).
12. GE Digital News. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ge.com/news/taxonomy/term/8686> (дата обращения 25.08.2025).
13. AVEVA. AVEVA PI System. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.aveva.com/en/products/aveva-pi-system/> (дата обращения 25.08.2025).
14. Отчет Сколково и TAdviser по MES-системам 2024 года. Сколково, TAdviser. М., 2024. 36 с.
15. Рынок MES-систем в России превысит 16,64 млрд рублей к 2028 году [Электронный ресурс] // RBC Компании. 2025. [Электронный ресурс]. URL: <https://companies.rbc.ru/news/TSFZAK2jjR/ryinok-mes-sistem-v-rossii-prevyisit-1664-mlrd-rublej-k-2028-godu/> (дата обращения: 22.08.2025).