

УДК 334.02

DOI: 10.17586/2310-1172-2026-19-1-129-138

Научная статья

Язык статьи – русский

Перспективы внедрения информационных систем управления в наукоемких организациях производственного сектора

Канд. экон. наук **Орлова О.П.** oporlova@itmo.ru

Д-р экон. наук **Сергеева И.Г.** igsergeeva@gmail.com

Университет ИТМО, Россия, Санкт-Петербург

Непрерывно растущий рынок систем управления жизненным циклом продукта, увеличение числа наукоемких организаций и необходимость сокращения издержек обуславливает актуальность темы исследования. Цель исследования состоит в определении перспектив внедрения и использования информационных систем управления данными (PDM) и жизненным циклом продуктов (PLM) в наукоемких организациях. Объектом исследования являются наукоемкие организации, осуществляющие разработку инновационных продуктов на основе научных разработок и сложных инженерных решений. Предметом исследования выступают процессы внедрения и использования информационных систем управления PLM (Product Lifecycle Management) и PDM (Product Data Management) в указанных организациях, включая особенности адаптации, интеграции, организационные изменения, экономические эффекты и перспективы развития. В ходе исследования изучены российские и иностранные источники, проанализирована деятельность различных наукоемких организаций, обработаны результаты экспертного опроса представителей наукоемких организаций. Проведен сравнительный анализ характеристик наукоемких организаций, являющихся потребителями PDM/PLM-систем, что способствует выбору системы для внедрения в наукоемкой организации и определению целевой аудитории для производителей систем. Рассмотрены перспективы и выявлены риски внедрения систем управления жизненным циклом продукта с учетом уникальных характеристик и ограниченных ресурсов наукоемких организаций. Выделенные признаки наукоемких организаций, связанные со сложностью и инновационностью разрабатываемой продукции, высокой долей научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, требованиями к безопасности и защите интеллектуальной собственности ограничивают внедрение исследуемых систем в наукоемких организациях. Успешное применение PDM-систем (управление данными продукта) и PLM-систем (управление жизненным циклом продукта) в наукоемких организациях помимо выбора и установки подходящего программного обеспечения требует проведения глубокой организационной трансформации, ориентированной на управление изменениями, систематизацию и использование данных. Практическая ценность исследования обусловлена возможностью применения его результатов наукоемкими организациями и разработчиками специализированного программного обеспечения для определения направлений внедрения PDM- и PLM-систем.

Ключевые слова: системы управления жизненным циклом продукта, PLM, системы управления данными о продукте, PDM, наукоемкие организации, НИОКР, управление инженерными данными, цифровая трансформация, организационные изменения.

Ссылка для цитирования:

Орлова О.П., Сергеева И.Г. Перспективы внедрения информационных систем управления в наукоемких организациях производственного сектора // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2026. № 1. С. 129-138. DOI: 10.17586/2310-1172-2026-19-1-129-138.

Scientific article

Article in Russian

Prospects for implementing management information systems in knowledge-intensive organizations in the manufacturing sector

Ph.D. **Orlova O.P.** oporlova@itmo.ru

D.Sc. **Sergeeva I.G.** igsergeeva@gmail.com

ITMO University, Russia, St. Petersburg

The continuously growing market for product lifecycle management systems, the increasing number of knowledge-intensive organizations, and the need to reduce costs make this research topic relevant. The objective of this study is to determine the prospects for the implementation and use of product lifecycle management (PDM) and product data management (PLM) information systems in knowledge-intensive organizations. This study focuses on knowledge-intensive organizations developing innovative products based on scientific research and complex engineering solutions. The subject of the study is the implementation and use of PLM (Product Lifecycle Management) and PDM (Product Data Management) information systems in these organizations, including the specifics of adaptation, integration, organizational changes, economic effects, and development prospects. The study examined Russian and international sources, analyzed the activities of various knowledge-intensive organizations, and processed the results of an expert survey of knowledge-intensive organization representatives. A comparative analysis of the characteristics of knowledge-intensive organizations that consume PDM/PLM systems was conducted, facilitating the selection of a system for implementation in a knowledge-intensive organization and identifying the target audience for system manufacturers. The prospects for implementing product lifecycle management systems are examined and the risks identified, taking into account the unique characteristics and limited resources of knowledge-intensive organizations. The identified characteristics of knowledge-intensive organizations, related to the complexity and innovativeness of the products being developed, the high proportion of research and development work, and security and intellectual property protection requirements, limit the implementation of the studied systems in knowledge-intensive organizations. Successful implementation of PDM (product data management) and PLM (product lifecycle management) systems in knowledge-intensive organizations, in addition to selecting and installing suitable software, requires a profound organizational transformation focused on change management, systematization, and data utilization. The practical value of the study lies in the potential application of its results by knowledge-intensive organizations and specialized software developers to determine the implementation directions for PDM and PLM systems.

Keywords: product lifecycle management systems, PLM, product data management systems, PDM, knowledge-intensive organizations, R&D, engineering data management, digital transformation, organizational change.

For citation:

Orlova O.P., Sergeeva I.G. Prospects for implementing management information systems in knowledge-intensive organizations in the manufacturing sector. *Scientific journal NRU ITMO. Series «Economics and Environmental Management»*. 2026. № 1. P. 129-138. DOI: 10.17586/2310-1172-2026-19-1-129-138.

Введение

В настоящее время наукоемкие организации играют ключевую роль в развитии экономики и обеспечении научно-технической безопасности страны. С одной стороны, уход иностранных наукоемких организаций снизил конкурентное давление, с другой стороны, наблюдается недостаток высококвалифицированного персонала, разрушились имеющиеся научно-технологические цепочки. Одновременно с этим разработка продукции в наукоемких производственных секторах, таких как авиастроение, судостроение, приборостроение и автомобильная промышленность требует высокой точности проектирования, надежности и безопасности создаваемых продуктов. Перед наукоемкими организациями стоят задачи повышения качества и сокращения времени разработки продукта, продления его жизненного цикла, совершенствования процесса управления, увеличения производительности труда высокоинтеллектуальных кадров. В качестве инструмента повышения эффективности деятельности наукоемких организаций предлагается внедрение информационных систем управления (ИСУ).

Для производственного сектора основополагающими ИСУ становятся системы управления данными о продукте (PDM) и более комплексные системы управления жизненным циклом продукта (PLM). Данные системы оптимизируют процессы проектирования, производства и сопровождения сложной технической продукции, обеспечивают сокращение временных затрат. Использование информационных систем управления продуктом сокращает издержки компании в долгосрочной перспективе, между тем практика показывает, что процесс внедрения систем сопровождается рядом проблем, обусловленных спецификой деятельности наукоемких компаний: проведение высокочрезвычайных научных исследований и разработок, рискованность разрабатываемых продуктов, непрерывное накопление знаний, высокая доля научно-технического персонала в кадровом составе и участие в научно-технологических цепочках [1]. Статья посвящена исследованию ключевых аспектов внедрения PDM- и PLM-систем в наукоемких организациях и разработке предложений по снижению выявленных рисков.

Материалы и методы исследования

Для достижения целей исследования использовались теоретический и эмпирический анализ, метод сравнительного анализа и кейс метод. Проведен глубокий анализ научных публикаций, отраслевых и

аналитических докладов отечественных и зарубежных авторов, посвященных вопросам автоматизации производственных процессов, управлению жизненным циклом продукции и управлению данными о продуктах. Использованы результаты опроса 108 организаций производственного сектора, приглашенных к участию в опросе через государственную информационную систему промышленности. Применен метод сравнения лучших практик внедрения PLM и PDM систем в наукоемких организациях. Совокупность перечисленных подходов позволила сформировать целостное понимание перспектив и проблем внедрения отечественных систем управления в производственном секторе экономики, обосновать целесообразность их использования для различного масштаба наукоемких организаций, определить направления автоматизации бизнес-процессов и предложить рекомендации по внедрению информационных систем управления.

Результаты исследования

Выделяются следующие основные функции современных PDM-систем: управление библиотекой (поиск, регистрация, извлечение файла), управление спецификациями – BOM (Bill Of Materials), управление конфигурацией продукта – PCM (Product Configuration Management) и управление инженерными изменениями – ECM (Engineering Change Management) [2,3]. В задачи PLM-систем входит обеспечение условий для совместной работы с данными широкого круга лиц с правами доступа на протяжении всего жизненного цикла продукта от проектирования до распространения и утилизации на базе интегрированных технических решений. По сравнению с PDM-системами PLM-системы дополняются функциями автоматизированного проектирования – CAD (Computer Aided Design), инженерного расчета и анализа – CAE (Computer Aided Engineering), автоматизированной технологической подготовки производства, CAM (Computer-Aided Manufacturing), проектирования технологических процессов изготовления деталей – CAPP (Computer-Aided Process Planning) и проектирования технологических процессов сборки – CAAP (Computer-Aided Assembly Planning) [4, 5]. Таким образом, ключевые отличия между PDM – и PLM – системами состоят в функциональности и возможностях интеграции с другими системами.

Часть исследователей предлагают использовать PLM-системы на малых и средних предприятиях [2, 3], другие эксперты ставят под сомнение целесообразность данной позиции [5, 6, 7]. Авторами проводится сравнительный анализ характеристик наукоемких организаций, влияющих на выбор PDM/PLM систем.

Таблица 1

Сравнительный анализ характеристик наукоемких организаций

Характеристика/ Значение	Наукоемкие организации	
	Крупные	Средние и малые
Ассортимент продукции	Широкий	Ограниченный
Дифференциация производственного процесса	Высокая	Низкая
Необходимость масштабирования	Высокая	Низкая
Требуемая скорость разработки	Высокая	Высокая
Соблюдение отраслевых стандартов безопасности	Да	Да
Множественность вариаций в структуре продукции	Да	Да
Бесшовная интеграция с другими системами	Да	Да
Возможность привлечения дополнительного персонала	Да	Нет
Высокие капитальные затраты на внедрение	Да	Нет

Источник: составлено авторами на основе [1-7]

Широкий ассортимент продукции, дифференциация процесса производства наряду со способностью выдерживать высокие затраты на обучение и привлечение дополнительного квалифицированного персонала позволяют крупным организациям внедрять PLM-системы. Данные системы выступают инструментом управления

жизненным циклом продукта, способствуют развитию коммуникаций в рамках научно-технологических цепочек [1].

Ограниченный ассортимент продукции, отсутствие необходимости масштабирования и низкая дифференциация процесса производства делают внедрение PDM-систем в малых и средних наукоемких организациях целесообразным. Стоимость, требования, предъявляемые к инфраструктуре и персоналу, сроки внедрения PDM-систем значительно ниже, чем PLM-систем. PDM-системы не обладают широким набором функций в части управления этапами жизненного цикла продукта, но решают пул коммуникационных задач по разработке и обновлению продукции, систематизируют большой объем постоянно меняющихся инженерных данных о продукте.

После ухода иностранных компаний увеличился спрос на российские системы автоматизированного проектирования (САПР). Росту спроса способствовали освободившаяся доля рынка в 17% [5], государственная поддержка российских производителей программного обеспечения [8] и повышение требований к качеству продукции. Возможности получения дополнительной прибыли у разработчиков появляются за счет интеграции системы с другими разработками, обеспечения бесшовного перехода между информационными системами, оказания консультационных и обучающих услуг по внедрению. Хотя на PLM-рынке наблюдается устойчивый подъем со среднегодовым темпом роста CAGR (Compound Annual Growth Rate) на уровне 8-9% [5, 6, 9], спрос ограничен покупательской способностью со стороны российских потребителей.

Пользователи PLM/PDM-систем наряду с преимуществами от внедрения сталкиваются с определенными проблемами. В процессе исследования были проанализированы результаты опроса представителей наукоемких организаций [5] с целью выявления и систематизации преимуществ и рисков внедрения PLM/PDM-систем. Преимущества внедрения систематизированы и сгруппированы по блокам: экономика, управление, технологии и инфраструктура, правовая и интеллектуальная безопасность в таблице 2.

При внедрении PLM-систем сокращаются сроки окупаемости проектов за счет ускорения разработки продуктов и минимизации издержек. Повышается эффективность работы интеллектуальноемкого персонала благодаря автоматизации бизнес-процессов, возможности параллельной работы команд над сложными техническими продуктами, верификации инженерно-технических изменений. Снижаются риски сбоев и ошибок на производстве, сокращается вероятность возникновения брака и отзыва продукции, как следствие, укрепляется репутация наукоемких организаций [10]. Преимуществами PDM-систем перед PLM-системами для малых и средних наукоемких организаций являются приемлемая стоимость внедрения и сокращение срока разработки продукции благодаря версионированию документации, оперативному внесению инженерных изменений. Функция просмотра по ссылке в PDM-системах позволяет экономить на приобретении индивидуальных лицензий САПР для всех заинтересованных лиц.

Использование PLM-систем позволяет принимать более точные и обоснованные управленческие решения, оперативно реагировать на проблемы на основе данных, обновляющихся в реальном времени. PDM-системы обладают меньшими возможностями, однако позволяют минимизировать использование устаревшей информации и улучшают информационную поддержку проекта и коммуникацию внутри команды. Прозрачность проектных данных и версионность PLM/PDM-систем ускоряют адаптацию бизнес-процессов при их масштабировании. Современные PLM-системы, предоставляющие комплексные решения и обеспечивающие бесшовное переключение между системами, удобную коммуникацию в рамках жизненного цикла продукта, получают конкурентное преимущество и лояльность клиентов в долгосрочной перспективе [11,12].

Переход на современную микросервисную архитектуру программного обеспечения предоставляет наукоемким организациям значительную свободу действий и независимость от централизованного хранилища данных в PLM/PDM-системах [2, 13, 14]. Выбор между размещением данных на собственных серверах или в облачных хранилищах способствует оптимизации ресурсов, что особенно актуально для малых и средних наукоемких организаций. Простота интерфейса ускоряет освоение системы пользователями разных уровней подготовки и распространение цифровых технологий в наукоемких организациях, сокращает затраты на обучение пользователей, повышает конкурентоспособность системы.

Фиксация действий членов команды в процессе разработки позволяет отслеживать эффективность интеллектуальноемкого персонала даже при использовании PDM-систем. Отечественные разработчики PLM/PDM-систем стремятся обеспечить полное соответствие создаваемых систем установленным нормам безопасности и нормативным актам, что повышает уровень доверия пользователей и вендоров. В современные PLM-системы включаются функции мониторинга воздействия на окружающую среду, что способствует внедрению концепции устойчивого развития на протяжении всего жизненного цикла продукта [14, 15].

Таблица 2

Преимущества внедрения PLM/PDM-систем в наукоемких организациях

Преимущества PLM в крупных наукоемких организациях	Преимущества PDM в средних и малых наукоемких организациях
Блок «Экономика»	
–Повышение эффективности работы интеллектуалоёмкого персонала. –Укрепление репутации компании	
–Сокращение сроков окупаемости за счет верификации инженерных изменений, параллельного проектирования, экономии на материалах и других ресурсах. –Снижение издержек, возникающих вследствие брака продукции, отзыва изделий и гарантийных ремонтов	–Стоимость внедрениякратно ниже, чем PLM. –Сокращение сроков разработки за счет версионирования документации, оперативного внесения инженерных изменений, просмотра документации. –Снижение издержек на приобретении индивидуальных лицензий САПР для всех заинтересованных лиц
Блок «Управление»	
–Ускорение цифровизации бизнес-процессов при масштабировании. –Прозрачный контроль версий и согласований, формирование базы знаний о продукте	
–Повышение точности принимаемых управленческих решений на основе данных о продукте в режиме реального времени. –Бесшовный переход между системами и коммуникация на всех этапах научно-технологической цепочки	–Предотвращение ошибок в управлении за счет минимизации использования устаревшей информации. –Повышение эффективности информационной поддержки и обратной связи внутри команды разработчиков
Блок «Технологии и инфраструктура»	
–Возможность выбора локального или облачного сервера для размещения данных. –Увеличение устойчивости к сбоям благодаря микросервисной архитектуре. –Простота и удобство восприятия интерфейса пользователями различного уровня подготовки.	
Блок «Правовая и интеллектуальная безопасность»	
–Оценка роли команды в создании ценности продукта	
–Обеспечение соответствия нормативным требованиям на всех этапах научно-технологической цепочки. –Снижение риска возникновения аварийных сбоев. –Возможность мониторинга экологического следа на каждом этапе жизненного цикла продукта	–Контроль доступа к версиям документации о продукте

Источник: составлено авторами

В настоящее время российские PLM системы либо не предоставляют, либо предлагают ограниченный функционал для оценки воздействия процесса создания и реализации инновационной продукции на окружающую среду, общество и корпоративное управление (ESG). Отчасти это связано с требованиями самих организаций и регулирующих органов к отчетности. В нефинансовой отчетности российские наукоемкие организации показывают скорее деятельность, направленную на формирование устойчивого управления, чем предоставляют конкретные значения ESG-показателей. Только в некоторых отраслях промышленности регламентируются и отслеживаются выбросы углекислого газа и утилизация отходов. Производителями отечественных ИСУ не заявляются функции по мониторингу ESG-показателей. Недостаточное внимание уделяется функционалу по мониторингу ESG-показателей в контуре PLM систем в российской научной и аналитической литературе [2, 3, 5, 6]. При этом в России наблюдается тренд на ужесточение требований к публикации ESG-показателей в нефинансовой отчетности Центральным банком [15]. Влияние и развитие данного тренда формирует потенциал создания новой ниши для отечественных разработчиков программного обеспечения.

В зарубежных источниках исследования на тему включения ESG-показателей по оценке воздействия деятельности организаций на окружающую среду в PLM системы заметно увеличились за последние шесть лет [4, 9, 10, 14]. Передовые иностранные PLM системы ориентированы на создание интегрированной платформы,

включающей сбор данных и вычисление экономических, экологических и социально-ориентированных критериев в рамках научно-технологических цепочек. Создание продуктов с применением PLM систем позволяет организациям повысить эффективность внедрения концепции устойчивого развития в деятельность организаций [16].

Другим направлением развития PDM/PLM-систем является применение искусственного интеллекта (ИИ). Данная технология позволяеткратно ускорить поиск информации, предсказывать сбои в поставках материалов и комплектующих, диагностировать неисправности производственного оборудования, предлагать альтернативные пути минимизации рисков благодаря предиктивной аналитике. Сложность и стоимость применения технологии ИИ зависит от количества и качества данных: чем больше структурированы данные, тем дешевле и точнее получается результат. Поскольку в наукоемких организациях преимущественно разрабатываются инновационные продукты, возникает проблема недостаточной репрезентативности выборки данных для эффективного обучения моделей. Формирование необходимой инфраструктуры для использования искусственного интеллекта требует значительных инвестиций, что создает серьезный барьер для использования ИИ не только малыми и средними предприятиями, но и крупными организациями. На российском рынке труда наблюдается дефицит специалистов, обладающих необходимыми компетенциями в области аналитики данных и машинного обучения. Ограничения по использованию искусственного интеллекта сохраняются в критически важных отраслях из-за строгих нормативных правил работы с персональными данными и высоких требований к точности полученных результатов.

Существующие риски внедрения PDM/PLM-систем в наукоемких организациях представлены по блокам: экономика, управление, технологии и инфраструктура, правовая и интеллектуальная безопасность в таблице 3.

Таблица 3

Риски внедрения PDM/PLM-систем в наукоемких организациях

Виды рисков при внедрении PLM в крупных наукоемких организациях	Виды рисков при внедрении PDM в средних и малых наукоемких организациях
Блок «Экономика»	
– Низкая окупаемость инвестиций, снижение эффективности во время внедрения системы.	
– Высокая стоимость капитальных затрат. – Продолжительный процесс внедрения. – Высокие затраты на привлечение дополнительного персонала и обучение.	– Высокая стоимость переменных затрат. – Непредвиденные затраты на обучение.
Блок «Управление»	
– Отсутствие формализованных бизнес-процессов в организации. – Недостаточная осведомленность сотрудников о возможностях систем. – Низкая квалификация и сопротивление инновациям сотрудников. – Трудоемкий процесс согласования закупки системы (в государственных организациях).	
Блок «Технологии и инфраструктура»	
– Сложность интеграции новых технологий в существующие производственные процессы. – Недостаточный уровень технической и функциональной готовности отечественного ПО. – Недооцененный технический уровень наукоемких организаций. – Недоверие к SaaS (Software as a Service) технологии.	
– Недостаточность устойчивых мощностей при масштабировании.	– Недостаточность устойчивых мощностей для внедрения.
Блок «Правовая и интеллектуальная безопасность»	
– Различные отраслевые регулятивные требования к системам. – Киберугрозы, утечка информации, обладающей коммерческой/ государственной тайной. – Нарушение интеллектуальных прав. – Необходимость использования сертифицированного ПО (для работы с госсектором).	
– Нормативно-правовые ограничения в части принятия результатов компьютерного моделирования.	

Источник: составлено авторами

Высокие первоначальные инвестиции и затраты на эксплуатацию, включая расходы на привлечение, переподготовку кадров, снижение эффективности работы на этапе внедрения, отсутствие формализованных бизнес-процессов делают внедрение систем менее эффективным и привлекательным для наукоемких организаций. Существуют риски, обусловленные низким уровнем понимания преимуществ PLM/PDM-систем среди руководителей наукоемких организаций на этапе инициации и инженерных коллективов на этапе внедрения. Недостаточные компетенции персонала приводят к сопротивлению изменениям, затягиванию внедрения и росту затрат на освоение новых инструментов.

Выявлен ряд технических и инфраструктурных рисков. Отечественное программное обеспечение находится на стадии развития и не обладает всеми необходимыми функциями и надежностью иностранных аналогов. Использование облачных решений вызывает опасения руководства наукоемких организаций, работающих в критически важных отраслях экономики, по поводу сохранности корпоративных данных. Интеграция устаревших производственных систем с новыми цифровыми системами сопровождается техническими издержками. Процесс модернизации инфраструктуры требует непрерывных вложений, особенно в области информационной безопасности, защиты персональных данных и результатов интеллектуальной деятельности. При масштабировании потребность в вычислительных ресурсах значительно возрастает и наукоемким организациям необходимо затрачивать ресурсы на обновление инфраструктуры в случае использования серверной модели.

Ключевыми факторами риска остаются угрозы утечек конфиденциальной информации, нарушения авторских прав, способные нанести ущерб коммерческой деятельности компаний, в некоторых случаях национальной безопасности. Требования по сертификации систем и ограничения на использование результатов компьютерного моделирования, различия и частые изменения в стандартах между отраслями затрудняют унификацию требований, увеличивают нагрузку на разработчиков, создают дополнительные барьеры для внедрения и усложняют эксплуатацию PLM-систем.

Научно-практическая значимость

Теоретическая значимость результатов работы заключается в актуализации и классификации преимуществ и рисков внедрения PDM/PLM-систем по блокам: экономика, управление, технологии и инфраструктура, правовая и интеллектуальная безопасность, что способствует углублению знаний о специфике использования данных систем в наукоемких организациях. Идентификация наукоемких организаций вносит вклад в формирование портрета наукоемких организаций, как потенциальных потребителей PDM/PLM-систем. Это позволяет теоретически обосновать выбор систем для внедрения в наукоемких организациях различного масштаба исходя из их возможностей и требований, уровня взаимодействия с другими участниками рынка, вовлеченными в реализацию инновационных проектов. Предложения авторов по внедрению элементов ESG-концепции в PDM/PLM-системы задают вектор для новых исследований в области управления жизненным циклом инновационных продуктов в производственном секторе.

Представленная в работе классификация преимуществ и рисков внедрения информационных систем управления служит практическим инструментом для диагностики текущего состояния наукоемких организаций, облегчает процесс проведения аудита ИТ-инфраструктуры и выявления «узких мест», препятствующих эффективному использованию новых систем. Рекомендации по выбору PDM/PLM-систем облегчают задачу руководителей наукоемких организаций по подбору подходящей системы для повышения эффективности создания инновационных продуктов в рамках научно-технологических цепочек. Практическая значимость исследования проявляется в возможности применения его результатов представителями государственных институтов развития, наукоемких организаций, научно-исследовательских учреждений и компаний-производителей программного обеспечения.

Обсуждение и выводы

Применение PLM-систем экономически обоснованно преимущественно в крупных наукоемких организациях, обладающих достаточными ресурсами для инвестиций в развертывание систем и формирование единого цифрового пространства по разработке продуктов. Малым и средним наукоемким организациям в условиях ограниченности ресурсов рекомендуется поэтапное внедрение, начиная с базовых PDM-систем с постепенным наращиванием функциональности и объема данных.

К ключевым преимуществам внедрения PDM/PLM-систем относятся сокращение сроков и стоимости разработки, повышение качества конечных продуктов. Основными проблемами остаются необходимость существенных инвестиций и управленческих преобразований, временный спад эффективности на этапах внедрения. Некоторыми производителями PDM/PLM-систем обозначается в качестве конкурентного преимущества отсутствие необходимости проведения аудита наукоемкой организации и обучения сотрудников по причине

универсальности и удобства интерфейса системы. Авторы рекомендуют наукоемким организациям проводить аудит существующего уровня корпоративного управления, как важного показателя для принятия решения об инициации проекта внедрения PDM/PLM-систем. Это позволит снизить риски, связанные со сложностью интеграции новых технологий в существующие производственные процессы, оценить технический уровень наукоемких организаций, определить уровень доверия продуктовых команд к облачным технологиям.

В обязательном порядке рекомендуется проведение обучающих мероприятий для повышения уровня знаний и навыков работы с функционалом PDM/PLM-систем.

Управление рисками требует комплексного подхода, включающего совершенствование нормативно-правовой базы, повышение уровня информационной осведомленности потребителей, укрепление технической составляющей и разработки механизмов защиты результатов интеллектуальной деятельности. Отметим, что несмотря на существенные риски внедрения, PLM/PDM-системы позволяют наукоемким организациям повысить конкурентоспособность, укрепить позиции на внутреннем и глобальном рынках.

Применение искусственного интеллекта в PDM/PLM-системах ускоряет процессы, улучшает прогнозирование сбоев и диагностику неисправностей, однако требует существенных инвестиций в качественную инфраструктуру и квалифицированные кадры. Инвестиции такого масштаба могут нести только некоторые крупные наукоемкие организации. Наблюдаются проблемы недостаточного объема данных в наукоемких организациях для эффективной работы моделей машинного обучения и ограниченность использования данной технологии в критических секторах экономики.

Исследователями подчеркивается перспективность дальнейшего развития PLM-систем в области устойчивого управления в ближайшие 10-15 лет в производственном секторе. Учет экономических, экологических и социальных факторов в рамках единого информационного пространства открывает перспективы для производителей PDM/PLM-систем. В настоящее время мировые лидеры отрасли производственного программного обеспечения инвестируют в данное направление и включают ESG-показатели в функционал систем. По мере ужесточения требований к нефинансовой отчетности, отечественным наукоемким организациям рекомендуется проводить мониторинг ESG-повестки как в России, так и за рубежом, особенно значимым этот вопрос может оказаться для организаций-экспортеров. Отечественным разработчикам программного обеспечения рекомендуется рассмотреть включение ESG-показателей в PLM-системы в качестве конкурентного преимущества, научному сообществу разработать методику расчета ESG-показателей и его алгоритмизацию, экспертам раздел по устойчивому управлению в аналитические отчеты рынка PLM-систем.

Перспективы дальнейших научных исследований заключаются в разработке методики оценки зрелости бизнес-процессов для подготовки к внедрению ИСУ, адаптированных под задачи научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ, опытного и серийного производств, методологии выбора оптимальной конфигурации PDM/PLM-систем применительно к различным типам организаций, оценке экономического эффекта от внедрения, аналитике пользовательского опыта и разработке рекомендаций по совершенствованию управления жизненным циклом продуктов в наукоемких организациях.

Литература

1. Орлова О.П., Сергеева И.Г. Организационные аспекты наукоемких организаций как субъектов инновационной деятельности // Экономика и экологический менеджмент. 2023. №2. – С. 139-149. DOI: 10.17586/2310-1172-2023-16-2-139-149.
2. Бойко Т.А. Анализ основных тенденций развития PLM-систем // Инновации и инвестиции. 2020. №5. – С. 119-123.
3. Федоров Д.О., Лазич Ю.В. Перспективы и сложности внедрения PLM-технологий // Beneficium. 2017. №2 (24).
4. Principles for the PLM strategy. In: Product Lifecycle Management. Decision Engineering. Springer, London. DOI:10.1007/1-84628-067-2_1
5. Функциональные характеристики отечественных систем управления жизненным циклом изделия PLM-систем. Экспертно-аналитический доклад по состоянию на март 2024 года / А. И. Боровков, О. И. Рождественский, Е. И. Павлова [и др.]. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2024. – 174 с. – ISBN 978-5-7422-8570-0. DOI:10.18720/SPBPU/2/i24-178.
6. Анализ рынка систем управления жизненным циклом изделия (PLM-систем) в рамках направления «Технет» НТИ. Экспертно-аналитический доклад: монография/ А.И. Боровков, О.И. Рождественский, Е.И. Павлова, И.И. Поняева, А.Х. Кайданова, Е.П. Чхеидзе, А.А. Старостенко, П.С. Распопина, А.С. Голякевич, С.А. Чварков, Н.М. Луковникова, И.Б. Андреев, А.О. Ольховик, П.А. Джелали, К. В. Кукушкин, В.Н. Будилов, П.В. Скопин. – Инфраструктурный центр «Технет» (передовые производственные технологии), Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого – 2024. – С. 203, DOI:10.18720/SPBPU/2/i25-147.

7. *Зайнитдинова Я.Р.* Анализ опыта внедрения PDM-систем на наукоемких промышленных предприятиях // Синергия Наук. 2019. No. 31. С. 467-476.
8. Постановление Правительства РФ от 14.11.2023 №1912 (в редакции от 26.12.2024) «О порядке перехода субъектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации на преимущественное применение доверенных программно-аппаратных комплексов на принадлежащих им значимых объектах критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».
9. Market Outlook: Product Lifecycle Management (PLM), 2018-2023, Worldwide / Quadrant Knowledge Solutions. December 2018.
10. *J.Stark* Product lifecycle Management (volume 1): 21st century Paradigm for product realisation Springer International Publishing (2022). DOI:10.1007/978-3-030-98578-3.
11. SPARK Matrix™: Product Lifecycle Management (PLM), Q3 2023 Market Insights, Competitive Evaluation, and Vendor Rankings August, 2023.
12. *Lorenzo Failla, Marco Rossoni, Marco Quirini, Giorgio Colombo* Managing lifecycle of product information with an ontology-based knowledge framework, Journal of Industrial Information Integration, Volume 45, 2025, 100820, ISSN 2452-414X, DOI: 10.1016/j.jii.2025.100820.
13. *Roberto Antonio Riascos Castaneda, Egon Ostrosi, Josip Stjepandic* Dynamic product risk management in product lifecycle management of medical products, Journal of Industrial Information Integration, Volume 48, 2025, 100977, ISSN 2452-414X, DOI: 10.1016/j.jii.2025.100977.
14. <https://www.3ds.com/>
15. Центральный банк Российской Федерации. Таксономия XBRL Банка России (для эмитентов, ценные бумаги которых включены в котировальные списки 1 или 2 уровней) [Электронный ресурс] // Банк России: официальный сайт. – URL: https://www.cbr.ru/projects_xbrl/taxonomy_xbrl/
16. *Anders M.S.Ø. Jakobsen, Torben Tambo* Current state of sustainability representation product lifecycle management systems and future Perspectives: A comparative evaluation, Cleaner Logistics and Supply Chain, Volume 16, 2025, 100229, ISSN 2772-3909, DOI: 10.1016/j.clscn.2025.100229.

References

1. Orlova O.P., Sergeeva I.G. Organizatsionnye aspekty naukoemkikh organizatsii kak sub"ektov innovatsionnoi deyatel'nosti // *Ekonomika i ekologicheskii menedzhment*. 2023. №2. – S. 139-149. DOI: 10.17586/2310-1172-2023-16-2-139-149.
2. Boiko T.A. Analiz osnovnykh tendentsii razvitiya PLM-sistem // *Innovatsii i investitsii*. 2020. №5. – S. 119-123.
3. Fedorov D.O., Lazich Yu.V. Perspektivy i slozhnosti vnedreniya PLM-tekhnologii // *Beneficium*. 2017. №2 (24).
4. Principles for the PLM strategy. In: Product Lifecycle Management. Decision Engineering. Springer, London. DOI:10.1007/1-84628-067-2_1
5. Funktsional'nye kharakteristiki otechestvennykh sistem upravleniya zhiznennym tsiklom izdeliya PLM-sistem. Ekspertno-analiticheskii doklad po sostoyaniyu na mart 2024 goda / A. I. Borovkov, O. I. Rozhdestvenskii, E. I. Pavlova [i dr.]. – Sankt-Peterburg: Sankt-Peterburgskii politekhnicheskii universitet Petra Velikogo, 2024. – 174 s. – ISBN 978-5-7422-8570-0. DOI:10.18720/SPBPU/2/i24-178.
6. Analiz rynka sistem upravleniya zhiznennym tsiklom izdeliya (PLM-sistem) v ramkakh napravleniya «Tekhnet» NTI. Ekspertno-analiticheskii doklad: monografiya/ A.I. Borovkov, O.I. Rozhdestvenskii, E.I. Pavlova, I.I. Ponyaeva, A.Kh. Kaidanova, E.P. Chkheidze, A.A. Starostenko, P.S. Raspopina, A.S. Golyakevich, S.A. Chvarkov, N.M. Lukovnikova, I.B. Andreev, A.O. Ol'khovik, P.A. Dzhelali, K. V. Kukushkin, V.N. Budilov, P.V. Skopin. – Infrastrukturnyi tsentr «Tekhnet» (peredovye proizvodstvennye tekhnologii), Sankt-Peterburgskii politekhnicheskii universitet Petra Velikogo – 2024. – S. 203, DOI:10.18720/SPBPU/2/i25-147.
7. Zainitdinova Ya.R. Analiz opyta vnedreniya PDM-sistem na naukoemkikh promyshlennykh predpriyatiyakh // *Sinergiya Naук*. 2019. No. 31. S. 467-476.
8. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 14.11.2023 №1912 (v redaktsii ot 26.12.2024) «O poryadke perekhoda sub"ektov kriticheskoi informatsionnoi infrastruktury Rossiiskoi Federatsii na preimushchestvennoe primenenie doverennykh programmno-apparatnykh kompleksov na prinadlezhashchikh im znachimykh ob"ektakh kriticheskoi informatsionnoi infrastruktury Rossiiskoi Federatsii».
9. Market Outlook: Product Lifecycle Management (PLM), 2018-2023, Worldwide / Quadrant Knowledge Solutions. December 2018.
10. J. Stark Product lifecycle Management (volume 1): 21st century Paradigm for product realisation Springer International Publishing (2022). DOI:10.1007/978-3-030-98578-3.
11. SPARK Matrix™: Product Lifecycle Management (PLM), Q3 2023 Market Insights, Competitive Evaluation, and Vendor Rankings August, 2023.

12. Lorenzo Failla, Marco Rossoni, Marco Quirini, Giorgio Colombo Managing lifecycle of product information with an ontology-based knowledge framework, *Journal of Industrial Information Integration*, Volume 45, 2025, 100820, ISSN 2452-414X, DOI: 10.1016/j.jii.2025.100820.
13. Roberto Antonio Riascos Castaneda, Egon Ostrosi, Josip Stjepandic Dynamic product risk management in product lifecycle management of medical products, *Journal of Industrial Information Integration*, Volume 48, 2025, 100977, ISSN 2452-414X, DOI: 10.1016/j.jii.2025.100977.
14. <https://www.3ds.com/>
15. Tsentral'nyi bank Rossiiskoi Federatsii. Taksonomiya XBRL Banka Rossii (dlya emitentov, tsennye bumagi kotorykh vklyucheny v kotiroval'nye spiski 1 ili 2 urovnei) [Elektronnyi resurs] // *Bank Rossii: ofitsial'nyi sait*. – URL: https://www.cbr.ru/projects_xbrl/taxonomy_xbrl/
16. Anders M.S.Ø. Jakobsen, Torben Tambo Current state of sustainability representation product lifecycle management systems and future Perspectives: A comparative evaluation, *Cleaner Logistics and Supply Chain*, Volume 16, 2025, 100229, ISSN 2772-3909, DOI: 10.1016/j.clscn.2025.100229.

Статья поступила в редакцию 03.03.2026
Принята к публикации 02.03.2026

Received 03.03.2026
Accepted for publication 02.03.2026