

## Интеграция различных систем планирования ресурсов и управления жизненным циклом (ОБЗОР)

*М.Г. Доррер, М.А. Шумилина*

*Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика  
М.Ф. Решетнева, Красноярск*

**Аннотация:** Обзор посвящен вопросам интеграции PLM – систем в систему 1С: ERP. В статье приведены определения систем PLM и ERP. Анализ данных, представленных в современных источниках, доказывает эффективность применения интеграции систем для обмена конструкторско - технологическими данными об изделии и нормативно – справочной информации с системой управления производством. Сделан обзор внедрения PLM и ERP – систем на предприятия. Описаны ошибки при интеграции и возможные пути решения. Оценка проанализированных результатов с позиций эффективности управления производственными процессами подтверждает целесообразность использования интегрированных систем на предприятии.

**Ключевые слова:** enterprise resource planning, product lifecycle management, управление предприятием, интеграция, жизненный цикл продукта.

### Введение

В настоящее время на отечественных предприятиях внедрено большое количество корпоративных информационных систем (КИС) [1], которые решают специализированные задачи, связанные с производственной, технологической, инженерной, экономической, и логистической деятельностью. Такие системы для управления предприятием, как правило, не объединены в единую корпоративную платформу, поскольку в них нет единого стандарта интеграции разноплатформенных информационных систем и как правило содержат закрытый программный код.

Информационная система (ИС) предприятия — это набор аппаратных и программных средств, представляющий собой автоматизированную систему, результатом функционирования которой является представление выходной информации для последующего использования [2].

Сейчас на рынке ИС представлено огромное множество решений, реализующих одни и те же бизнес-функции [3]. Как правило, ИТ-проект на предприятии является комплексным и предполагает реализацию нескольких направлений и бизнес-функций [4]. Основным преимуществом в

современном промышленном производстве является снижение срока выпуска продукции, понижение себестоимости выпускаемой продукции и повышение её качества. Поэтому, для стабильного управления производством, необходимо усовершенствование его инженерных, проектно-технологических и производственных процессов на основе современных информационных решений.

Из основных проблем при внедрении информационных систем на предприятие [5] можно выделить большой выбор систем с различным функционалом, широкие варианты приобретения систем (заказать готовое решение, разработать с нуля, аренда системы, интеграция различных одноплатформенных систем), экономические показатели, риски при внедрении системы, а также возможность расширения функциональности систем.

Основные задачи внедрения системы управления жизненным циклом (product lifecycle management system - PLM) и системы управления предприятием (Enterprise Resource Planning – ERP) - это информационное сопровождение процессов организационной, экономической и инженерной деятельности предприятия, принятие управленческих решений, автоматизация повседневной деятельности персонала с использованием современных технологий и средств обработки и представление информации с учетом инженерных данных.

Другой важной задачей использования таких систем, является управление структурными подразделениями компании в едином информационном потоке, что позволит мгновенно выполнять поставленные требования, рассчитывать необходимые задачи проекта, просматривать конструкторско–технологические спецификации и справочники, изменять планы проектов, формировать необходимую документацию и отчетность,

повышая продуктивность и оперативность взаимодействия между производственными подразделениями предприятия.

Задачей интеграции является объединение всех автоматизированных ресурсов предприятия в одну цельную систему. Данные процессы и ресурсы могут использоваться вместе, в зависимости от поставленных целей, задач и условий предприятий [6].

В таблице 1 представлен сравнительный обзор, с позиции разработки и применения аналогичных интеграционных решений и технологий. В качестве рассмотренных систем выбраны: SAP, 1С:Предприятие, Неотлант, T-flex, Ansys.

### **Аналогичные решения рынка информационных систем**

Определение PLM – системы дает Дж. Старк в книге «Управление жизненным циклом продукта (Том 3)» [7], как бизнес-деятельности, связанной с эффективным управлением продуктами компании на протяжении их жизненного цикла.

ERP-система - это программный комплекс, ориентированный на обработку данных, описывающих деятельность объекта для решения задач по оперативному планированию и управлению производством, обслуживанию клиентов в режиме реального времени [8].

Проблема интеграции PLM–систем с ERP является актуальной задачей для большинства промышленных предприятий. Однако отсутствие интеграции двух систем не позволяет автоматизировать передачу данных из одной ИС в другую.

Оценка внедрений ERP - систем в России также зависит от масштаба внедрений. Большое количество проектов на российском рынке реализуется на платформе 1С [9], но существует большая доля предприятий, в которых применяют зарубежные системы такие как Oracle, SAP и Microsoft.

---

T-flex предоставляет автоматизированную разработку маршрутной, маршрутно-операционной и операционной технологий, а также является открытой бизнес-единицей и обеспечивает возможность интеграции почти с любой системой [10].

Таблица № 1

Сравнительный обзор аналогичных систем

Критерии	ERP - системы		PLM-системы		
	1С	SAP	T-FLEX	Неосинтез	Appius
1	2	3	4	5	6
Внедрение	3-9 месяцев и более	от 6 недель до полугода	Распространение каждого продукта по отдельности	Распространение каждого продукта по отдельности	~ 6 месяцев
Сопровождение	Линия тех. поддержки бесплатно	Линия тех. поддержки бесплатно	Тех. поддержка осуществляется после приобретения лицензии	Наличие web-портала с доступом к актуальным вопросам	Тех. поддержка осуществляется после приобретения лицензии
Стоимость основного продукта	~ 30000 рублей на одно рабочее место.	3000-4500 евро за одно рабочее место	От 165 000 руб.	1950000 – сервер: 80 000 – 1 лицензия.	Индивидуальный расчет
Защита персональных данных	Основана на создании определенных наборов функций – ролей, которые могут быть присвоены конкретным	Применяют платформу ERPScan Smart Cybersecurity, которое идентифицирует, анализирует и	Автоматический контроль всевозможных прав доступа	Защита персональных данных основана на создании временного наложения	

	М пользовател ям.	устраняет проблемы		приоритет ных прав доступа.	
1	2	3	4	5	6
Возможность доработки	Да. Открытый исходный код. Язык: 1С.	С ограничениями. Закрытый исходный код. Язык: java.	API - интерфейс для разработки приложений и вспомогательных инструментов.	Возможна на любом современном языке программирования. Открытый интерфейс REST API	Базовый комплекс PLM + ERP со сквозной цепочкой потока данных CAD-PLM-ERP
Поддержка СУБД	Microsoft SQL Server, PostgreSQL, IBM DB2, Oracle DB	Sybase Adaptive Server Enterprise	Microsoft SQL Server		
Открытая структура данных в СУБД	-	+	+	+	+
Деятельность	Машиностроение, пищевая промышленность и др.	Оборонные предприятия, компании нефтегазового комплекса, металлургия, энергетика.	Машиностроение, нефтехимия, добывающая промышленность, аэрокосмическая и тд.	Проектно-строительная; машиностроение, приборостроение, атомная, нефтегазовая отрасли.	Строительство и промышленность строительных материалов
Вызов удал. проц. XML RPC			+	+	+
Поддержка MDM-систем		+			

Исходя из приведенного в таблице 1 анализа, можно подвести итог, что различные ИС применяют такие технологические решения интеграции

данных, которые рассчитаны для одноплатформенных ИС с аналогичной архитектурой. Во всех представленных системах подход к внедрению и дальнейшему использованию системы примерно одинаковый, либо разрабатывается решение с нуля, либо реализуется уже готовое решение.

SAP ведёт разработку, исходя из опыта внедрений по всему миру, на предприятиях различного масштаба, что позволяет в итоге использовать систему с минимальными изменениями [11].

Arrius предназначена для повышения эффективности процесса подготовки производства за счет создания согласованной структуры данных [12].

Учитывая опыт экспертов, занимающихся внедрением ERP, большая часть предприятий, использующих ИС, занимаются доработкой системы на всем сроке её эксплуатации. Результаты проведенного анализа PLM и ERP - систем будут использованы при выборе интеграционного бизнес-решения с учетом конкретных требований предприятия.

Согласно данным базы Tadviseer [13] (рис. 1) отраслевое определение проектов внедрения ERP – систем среди машиностроительных предприятий на 2020 год составляет ~10% от общего числа внедрений. Крупными заказчиками платформы ИС ERP являются КамАЗ, Трансмашхолдинг, СИБУР.



Рис. 1 – Диаграмма внедрений ERP-систем в России [13]

Главным моментом внедрения ERP - систем для управления производственным предприятием заключается в том, что достаточно сложно правильно организовать работу с нормативно-справочной информацией, заводить в систему спецификации, технологические карты и прочее [14]. Ни одна ERP - система не сможет работать, если в ней не заведена нормативно-справочная информация, из этого вытекает потребность в интеграции ERP- с системами PLM и PDM.

### **Методы интеграции между PLM и ERP - системами**

В своей деятельности машиностроительная отрасль использует множество программных средств. Но для того, чтобы эффективно применять специализированные программные модули одновременно, требуется создание единого решения в систему предприятия. Тогда передача данных между ИС и специализированной программой будет происходить автоматически, без дополнительного участия пользователя.

По типовым нормативам рабочего времени, основная масса инженеров-проектировщиков и технологов уделяют около 20% своего рабочего времени непосредственно самому проектированию деталей. И около 35% идет на исследование и валидацию данных производственного проекта, а также выполнение различных вычислений и оформление чертежей [15]. В связи с этим, на этапе сопровождения внедренных ИС, даже на небольших предприятиях с задачами мониторинга всех параметров и консолидацией данных без автоматизации - становится сложной задачей. Именно поэтому, проблемы мониторинга, сбора передачи данных и управление документацией и спецификацией на производстве в условиях инновационного промышленного предприятия не теряют актуальности, а, наоборот, повышают спрос.

В России имеется опыт разработки комплексной ИС управления предприятием интегрированных систем класса PLM и ERP в ОАО «НПП

«Радиосвязь». Для реализации выбран «бесшовный» метод интеграции систем, который основан на общенаучных подходах, системных принципах и развитии сложных многоуровневых систем [16].

Высокие результаты получены в работе, в которой описывается разработка программного модуля интеграции для ОАО «Турбонасос» командой Воронежского государственного технического университета [17]. Модуль интеграции позволяет производить доработку технологических описаний, сформированных в системе 1С: PDM средствами сторонних САПР с будущей загрузкой завершенных данных в систему. Для выполнения процедуры обмена данными между системами выбрана схема с промежуточным хранилищем данных, который использует XML-документ. Сходный принцип интеграции систем методом передачи данных через XML-документ был разработан компанией ООО «Фьюжен» [18].

Одна из перспективных работ представлена авторами разработки концептуальной архитектуры интегрированных систем CAХ/ PLM/ ERP-LCA [19]. В трудах определены проблемы с потоками данных между компонентами системы и предложены критические функциональные требования систем для поддержки устойчивого проектирования процессов. Используемый метод интеграции заключается в разработанном фреймворке с подключаемым интегратором UGNX, который служит начальной точкой для следующего этапа работы по разработке программного обеспечения.

Авторы исследования, проведенного в Румынии, показывают, что фирмы, внедрившие модульные (интегрированные) ERP-системы, которые объединяют все базы данных, рабочие процессы в компании, могут добиться более высоких результатов, в сравнении с теми, кто данные модули не внедрил [20]. В модульных системах подразумевают объединение производственных потоков и модулей, которые генерируют комплексный анализ данных. Предыдущие исследования, проведенные в других странах,

---



показывают, что для получения ожидаемых результатов внедрение модульных систем требует от пользователя навыков работы с ИТ-системой на всех этапах проекта: проектирование, внедрение и тестирование [21] и что Румыния занимает последнее место из 28 государств-членов ЕС по уровню приобретения и внедрения интегрированных модульных систем.

Одной из наиболее широко обсуждаемых трудов является комплексное решение на платформе PLM и ERP методом структурирования качества (QFD). Действительно, многие исследователи обсуждали применение метода QFD для преобразования голоса потребителя (ожидание-реальность) в инженерные характеристики продукта путем модификации ожиданий потребителя в математическую корреляцию [22].

Также комплексная интеграция PLM-, ERP- и САПР-систем была внедрена в машиностроительный завод Zhejiang Fuchunjiang Hydropower («Чжефу») методом конечных элементов и программирования станков с ЧПУ [23]. Завод Чжефу поставил перед собой задачу организовать сквозную цепочку передачи данных между процессами и параллельный доступ к информации специалистов на всех производственных площадках. С учетом всех потребностей компании, разработчики приняли решение интегрировать PLM - систему, ERP – систему и САПР, путем организации специального центра, который бы координировал процесс интеграции систем и упростил бизнес-процессы, в том числе, автоматизированную передачу данных.

В настоящее время авторы работы Ханьянского университета представили потребность в создании интегрированной PLM-системы, внедренной в строительной отрасли с целью ее устойчивого хранения и передачи информации [24]. В трудах описывается методика интеграции систем, в которой специалисты-практики могут управлять 2D/3D - данными на протяжении всего жизненного цикла строительного проекта.

---

## Результаты

В результате проведенного обзора по аналогичным решениям, управление предприятием с помощью внедрения ИС на предприятиях, реализуется по двум направлениям:

1. проектирование и подготовка производства [25]. Для данного этапа необходимы такие программные средства, как CAD/CAM/CAE/PDM-системы. На некоторых предприятиях используется не одна, а несколько CAD/CAM/CAE/PDM-систем различных производителей [26];

2. планирование и управление производственными возможностями предприятия. Для данного этапа внедряется корпоративная информационная система, например, ERP-система.

Два вышеперечисленных направления разрабатываются и применяются независимо друг от друга, тем самым, выполняя локальную автоматизацию. С использованием на одном предприятии нескольких систем одновременно, функции дублируются, информация многократно вводится вручную, взаимосвязанную документацию получить не удастся.

Вся инженерно - технологическая информация о деталях и изделиях, которая разрабатывается в CAD или PDM-системах, должна быть доступна в управлении для PLM-системы, которая осуществляет обмен данными с ERP-системой. Таким образом, из существующих интеграционных решений можно выделить три основных метода обмена данными с ERP-системой, представленных на рисунке 2.



Рис. 2. – Методы интеграции систем

Приведем описание известных методов интеграции, и их достоинства и недостатки в таблице 2.

Таблица № 2

Описание методов интеграции систем

Метод файлового импорта/экспорта	Метод API-функции	Методом полной интеграции
Передача данных выполняется по стандартным разработанным инструментам импорта/экспорта. PLM-система формирует разработанные файлы, а затем через механизм экспорта передает в файлы формата, которые считаются ERP-системой. Данные, которые получим на выходе – это набор XML-файлов с данными о составе изделия.	Передача данных будет выполнена с помощью разработанного интеграционного ПО на основе программного интерфейса API. В методе существует сильная привязка созданного интерфейса к конкретным версиям интегрируемых продуктов. Даже при незначительных изменениях в структуре данных одной из систем могут потребовать переделки интерфейсов. Через метод API-интерфейса можно добиться большей производительности	Доступ к одной системе осуществляется напрямую из другой, с помощью общих протоколов обмена данными. PLM и ERP – системы должны быть открыты и способны поддерживать взаимодействие друг с другом.
Данный способ передачи обеспечивает достаточно высокую гибкость и не требует больших знаний в программировании	Данный метод имеет ряд ограничений. При выборе данного метода требуются достаточно серьезные знания в программировании.	Сложнее в реализации, но проще в поддержке. Сводит к минимуму период между внесением изменения и его синхронизацией с другой системой.

На основании проведенного обзора, ставится задача связать совместной цифровой информационной средой данные об изделиях на этапах



конструкторско - технологической подготовки изделия с управлением производственных данных. Для этого необходимо организовать эффективный и качественный обмен данными между системами.

### **Заключение**

Результаты изучения материала показали, что такие системы, как PLM и ERP, могут гармонично работать вместе. Для полноценной интеграции двух важных для управления предприятием систем и получения максимальной пользы и выгоды, компания должна иметь комплексную, хорошо спланированную стратегию, которая учитывает: системные решения, данные, людей, процессы и технологии организации.

Кроме того, само исполнение программного обеспечения PLM - систем сложное: оно включает в себя не только саму систему, но и целый ряд таких систем, как ERP, CAD, PDM, которые должны быть интегрированы друг с другом. В перечисленных системах также должен быть открытый исходный код для точной интеграции систем.

Таким образом, основными задачами PLM-систем являются создание, организация и хранение структуры товара, отвечающей требованиям конструкторско - технологической и технической подготовки и оперативного управления производством, а также интеграции с ERP-системой.

Именно такой подход будет применен к решению поставленной задачи на разработку модуля обмена инженерно – конструкторскими данными между PLM – системой Arrius с системой 1С: ERP.

### **Литература**

1. Шавшина С.А., Омарова И.Г. Опыт внедрения корпоративных информационных систем на российских предприятиях // Символ науки. - 2015. - №11. - С. 190-195.



2. Чудинов И.Л. Информационные системы и технологии: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск, 2013 – 145 с.
  3. Палий Д. ИТ-отрасль в России: текущие изменения и прогнозы // Молодой ученый. — 2022. — № 26 (421). — С. 185-188. — URL: [moluch.ru/archive/421/93740/](http://moluch.ru/archive/421/93740/).
  4. Измайлов, М. К. Информационные технологии в управлении российскими предприятиями: современное состояние // Beneficium. – 2021. – № 3(40). – с. 55-60. – DOI 10.34680/BENEFICIUM.2021.3(40).55-60.
  5. Затеса, А. В. Инструментарии выбора информационной системы. Выбор информационной системы на предприятии: проблемы и способы их преодоления // Креативная экономика. – 2010. – № 11(47). – С. 64-71.
  6. Хисамутдинов Р.М, Хисамутдинов М. Р. Моделирование обмена данными между разноплатформенными информационными системами для решения задач подготовки производства // Национальная ассоциация ученых. - 2015. - №11. - С. 72-75.
  7. Stark John. Product Lifecycle Management (Volume 3): The Executive Summary. - Springer, 2018. 137. DOI: 10.1007/978-3-319-72236-8 с.
  8. Григорьев А.А. Анализ функциональных возможностей ИИС на базе решений SAP // Известия РЭУ им. Г.В. Плеханова. – 2014. – № 1 (15). – С. 51–67.
  9. Гончаров, Д.И., Хрусталева Е.Ю. Технологии интеграции «1С: Предприятия 8.2». – Москва: ООО «1С-Публишинг», 2011. – 358 с.
  10. Талдыкин В. T-FLEX Технология — современная система автоматизации технологической подготовки производства // Топ системы URL: [tflex.ru/about/publications/detail/index.php?ID=1176](http://tflex.ru/about/publications/detail/index.php?ID=1176).
  11. Королькова, Е. М. Проблемы выбора и внедрения ERP-систем на российских предприятиях // Дневник науки. – 2018. – № 10(22). – С. 46.
-

12. Appius-PLM решения: Управление жизненным циклом изделия. URL: [appius.ru/](http://appius.ru/).
13. Аналитический центр TAdviser. Российский рынок ERP. URL: [tadviser.ru/index.php/ERP](http://tadviser.ru/index.php/ERP).
14. Аналитический центр TAdviser. Energy Consulting: Внедрить ERP за 4 месяца — это реально. URL: [tadviser.ru/index.php/ERP](http://tadviser.ru/index.php/ERP).
15. Мизиковский И.Е. Структуризация учетно-калькуляционного пространства конструкторских работ машиностроительных предприятий // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. - 2021. - №64. - С. 16-22.
16. Галеев Р.Г., Коннов В. Г., Казанцев М. А., Ченцов С. В. Информационная поддержка организации производства изделий радиоэлектронной аппаратуры на предприятии ОАО «НПП «Радиосвязь» // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. – 2014. – № 7. – С. 758-766.
17. Барабанов В.Ф., Нужный А. М., Гребенникова Н. И., Коваленко С. А. Разработка универсального модуля обмена технологическими данными для 1С: PDM // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2015. – № 2. – С. 54-56.
18. Пырьев О. Д. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018613414. Автоматизированная система интеграции АСТПП (PLM) «Интермех» ERP «Infor ERP LN»: № 2018610888: заявл. 29.01.2018; опубл. 14.03.2018; заявитель ООО «Фьюжен».
19. Zhou Zhenhuan, Tao Jing. CAX/PLM/ERP-LCA integration to support product life cycle engineering: a conceptual framework // Journal of Physics: Conference Series, Volume 1983. - 2021.DOI: 10.1088/17426596/1983/1/012008.
-

20. Andrieş Alin M., Iulia Ungureanu, ERP and Performance of Companies in Romania // Journal of Risk Financial Management, №15 (10), 433; - 2022. DOI: doi.org/10.3390/jrfm15100433.

21. Florin Valentin, ERP Implementation and Organizational Performance / Valentin Florin, Dumitru, Nadia Albu Catalin Albu, and Madalina Dumitru. // Journal of Amfiteatru Economic №15, 2013. С 518–31.

22. Zhu V., An Approach to Determining the Need for Integrating Quality Management into Industrial PLM Implementation / Valentine Zhu, Mohammed El Souri, James Gao, Muni Prasad Giddaluru // Journal of Procedia CIRP, 2022. DOI: 10.1016/j.procir.2022.05.283.

23. Машиностроительный завод «Чжефу» Комплексная интеграция PLM-, ERP- и САPP-систем // САПР и графика. – 2016. – № 6. – С. 66-68.

24. Min Kyeong. An Application Strategy for PLM in Construction Industry / Kyeong yuk Min, Ju Hyung Kim, Yoon-Sun Lee, Namhyuk Ham // Journal of DBLP, 2008.

25. Васильев А. С., Суханов Ю. В. Некоторые тенденции развития систем моделирования эксплуатационных качеств изделий на ЭВМ и рынка этих систем // Инженерный вестник Дона, 2014, №2. — URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2366.

26. Бородин А.М., Мирвода С.Г., Поршнева С.В. Метод управления нормативно справочной информацией (НСИ) в автономных информационных системах // Инженерный вестник Дона, 2013, №4. — URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\_49A\_Borodin.pdf\_2036.pdf.

### References

1. Shavshina S.A., Omarova I.G. Opyt vnedrenija korporativnyh informacionnyh sistem na rossijskikh predpriyatijah. Simvol nauki. 2015. №11. p. 190-195.

2. Chudinov I.L. Informacionnye sistemy i tehnologii: uchebnoe posobie [Information systems and technologies: textbook]. Tomskij politehnicheskij universitet. Tomsk, 2013. p.145.
  3. Palij D. IT-otrasl' v Rossii: tekushhie izmenenija i prognozy. 2022. № 26 (421). pp. 185-188. URL: [moluch.ru/archive/421/93740/](http://moluch.ru/archive/421/93740/).
  4. Izmajlov, M. K. Informacionnye tehnologii v upravlenii rossijskimi predpriyatijami: sovremennoe sostojanie. Beneficium. 2021. № 3(40). p. 55-60. DOI 10.34680/BENEFICIUM.2021.3 (40).55-60.
  5. Zatesa, A. VKreativnaja jekonomika. 2010. № 11(47). pp. 64-71.
  6. Hisamutdinov R.M, Hisamutdinov M. R. Nacional'naja asociacija uchenyh. 2015. №11. p. 72-75.
  7. Stark John. Product Lifecycle Management (Volume 3). The Executive Summary. Springer, 2018. 137. DOI: 10.1007/978-3-319-72236-8c.
  8. . Grigor'ev A.A. Analiz funkcional'nyh vozmozhnostej IIS na baze reshenij SAP. Izvestija RJeU im. G.V. Plehanova. 2014. № 1 (15). pp. 51–67.
  9. Goncharov, D.I., Hrustaleva E.Ju. Tehnologii integracii «1S: Predpriyatija 8.2» [Integration technologies "1C: Enterprises 8.2"]. Moskva: OOO «1S-Publishing», 2011. p. 358.
  10. Taldykin V. T-FLEX Tehnologija sovremennaja sistema avtomatizacii tehnologicheskoy podgotovki proizvodstva [Technology — modern automation system of technological preparation of production]. Top sistemy. URL: [tflex.ru/about/publications/detail/index.php?ID=1176](http://tflex.ru/about/publications/detail/index.php?ID=1176).
  11. Korol'kova, E. M. Dnevnik nauki. 2018. № 10(22). p. 46.
  12. Appius-PLM reshenija: Upravlenie zhiznennym ciklom izdelija [Appius-PDM Solutions: Product Lifecycle Management]. URL: [appius.ru](http://appius.ru).
  13. Analiticheskij centr TAdviser. Rossijskij rynek ERP [Russian ERP market]. URL: [tadviser.ru/index.php/ERP](http://tadviser.ru/index.php/ERP).
-





14. Analiticheskij centr TAdviser. Energy Consulting Vnedrit' ERP za 4 mesjaca jeto real'no [Energy Consulting: To implement ERP in 4 months is real]. URL: [tadviser.ru/index.php/ERP](http://tadviser.ru/index.php/ERP).

15. Mizikovskij I.E. Vestnik Nizhegorodskogo im. N. I. Lobachevskogo. 2021. №64. pp. 16-22.

16. Galeev R.G., Konnov V. G., Kazancev M. A., Chencov S. V. Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Serija Tehnika i tehnologii. 2014. № 7. p. 758-766.

17. Barabanov V.F., Nuzhnyj A. M., Grebennikova N. I., Kovalenko S. A. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. 2015. № 2. pp. 54-56.

18. Pyr'ev O. D. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM № 2018613414. Avtomatizirovannaja sistema integracii ASTPP (PLM) «Intermeh» ERP «'Infor ERP LN» [Automated ASTPP Integration System (PLM) "Intermech" ERP "'Infor ERP LN"]: № 2018610888: zajavl. 29.01.2018: opubl. 14.03.2018. zajavitel' OOO «F'juzhen».

19. Zhenhuan Zhou, Jing Tao. CAX/PLM/ERP-LCA integration to support product life cycle engineering: a conceptual framework. 2021. DOI: 10.1088/1742-6596/1983/1/012008.

20. Alin M. Andrieş, Iulia Ungureanu. Journal of Risk Financial Management, №15(10). 2022. DOI: [doi.org/10.3390/jrfm15100433](https://doi.org/10.3390/jrfm15100433).

21. Dumitru, Valentin Florin, Nadia Albu Catalin Albu, and Madalina Dumitru. ERP Implementation and Organizational Performance. 2013. p. 518.

22. Valentine Zhu, Mohammed El Souri, James Gao, Muni Prasad Giddaluru. An Approach to Determining the Need for Integrating Quality Management into Industrial PLM Implementation. 2022. DOI: 10.1016/j.procir.2022.05.283

23. SAPR i grafika. 2016. № 6. pp. 66-68.

---



24. Kyeong yuk Min, Ju Hyung Kim, Yoon-Sun Lee, Namhyuk Ham. An Application Strategy for PLM in Construction Industry. DBLP, 2008.

25. Vasil'ev A. S., Suhanov Ju. V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2014, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2366](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2366).

26. Borodin A.M., Mirvoda S.G., Porshnev S.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №4. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_49A\\_Borodin.pdf\\_2036.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_49A_Borodin.pdf_2036.pdf).