Разработка концепции построения информационной системы предприятия по разработке серверов

Анжина Валерия Александровна
магистр, Институт Информационных систем и инженерно-компьютерных технологий, Российский новый университет, ava7788@mail.ru

Предприятие по разработке серверов выпускает конфигурируемые платформы, состав которых часто меняется, и каждое извещение об изменении должно дойти от системы управления жизненным циклом изделия до закупок, производства, испытаний, выпуска микропрограмм и сервиса; от способа такой доставки зависит архитектура его информационной системы. В статье разработана концепция построения информационной системы такого предприятия и в модели рассчитано, как вариант интеграционной архитектуры влияет на затраты, качество данных и скорость распространения изменений. Концепция включает PLM-систему как мастер-источник данных об изделии и пять систем-потребителей. Методом имитационного моделирования Монте-Карло на 1000 модельных лет и аналитическим расчётом математических ожиданий сравнены ручной обмен, интеграция «точка-точка» и интеграционная шина с единой моделью данных; все 19 входов модели являются допущениями сценария в ценах 2026 г. При 600 извещениях в год наименьшие ожидаемые затраты модельному предприятию расчётно даёт интеграция «точка-точка», тогда как шина при более высоких постоянных затратах почти втрое сокращает число невыявленных несоответствий данных и более чем на порядок ускоряет распространение извещения. Интерфейсы «точка-точка» становятся дешевле ручного обмена при 399 извещениях в год, шина дешевле ручного обмена при 482, а дешевле интерфейсов – при 1156 извещениях в год; положение последнего порога сильнее всего зависит от затрат на сопровождение одного интерфейса и числа интерфейсов. В предложенной концепции тип интеграционного контура рассматривается как функция потока инженерных изменений и числа связей между подсистемами, а не как заранее заданный выбор платформы.

Ключевые слова: информационная система предприятия, разработка серверов, управление жизненным циклом изделия, инженерные изменения, интеграционная шина, мастер-данные, имитационное моделирование.

Введение

Предприятие по разработке серверов выпускает конфигурируемые вычислительные платформы, состав которых меняется чаще, чем у большинства изделий машиностроения. Смена поколения процессоров, модулей памяти, накопителей и версий микропрограмм базовой системы ввода-вывода и контроллера управления платой порождает непрерывный поток извещений об изменении. Каждое извещение должно дойти до закупок и планирования, до сборочного производства, до испытательного участка, до службы выпуска микропрограмм и до сервиса. Если хотя бы одна из этих систем получает изменение с ошибкой или с опозданием, на сборку поступает спецификация, расходящаяся с конструкторской, а сервис ремонтирует сервер по неактуальной конфигурации. Для российской радиоэлектронной промышленности цифровизация проектных и производственных процессов рассматривается как самостоятельное направление развития [1], а переход на отечественное программное обеспечение [2], в том числе на отечественные системы управления жизненным циклом изделия [3], вынуждает предприятия заново выбирать не только программные продукты, но и способ их соединения.

Для предприятия по разработке серверов минимальное ядро информационной системы образует пара из системы управления жизненным циклом изделия (PLM) и системы планирования ресурсов (ERP), и построение автоматизированной системы управления на такой паре уже описано применительно к промышленному предприятию [4]. Инженерные изменения остаются самым трудоёмким потоком данных между ними: в работе, выполненной на материале автомобильного поставщика первого уровня, отмечено, что они способны занимать до половины инженерной ёмкости, а интеграция PLM, ERP и системы управления производством (MES) снижает координационные затраты и улучшает прослеживаемость [5]. Управление инженерными изменениями описывается как отдельный контур системы управления промышленным предприятием [6], модули управления изменениями PLM-платформ связываются с сокращением сроков разработки [7], а ключевым объектом управления в PLM-среде становится цифровой жизненный цикл изделия с его конфигурациями и изменениями [8].

Качество данных об изделии зависит от того, сколько раз и каким способом они переписываются между системами. Управление мастер-данными предлагается внедрять итеративно, начиная с функциональной модели MDM-решения [9]; ошибки мастер-данных изделия измеримо удлиняют зависимые логистические процессы [10]; ручной повторный ввод данных из отчётов учётных систем остаётся медленным, дорогим и подверженным ошибкам [11]. Автоматизация обмена при этом не бесплатна: интеграция PLM со сторонней системой требует настройки и сопровождения правил обмена, на что расходуется труд аналитиков и операторов [12]. Для объединения разрозненных программных комплексов производства предлагается сервис-ориентированная архитектура [13], управление ресурсами предприятия реализуется интеллектуальной системой на основе прогнозных моделей машинного обучения [14], а сервисное обслуживание радиоэлектронной аппаратуры с большим разнообразием конфигураций опирается на собственную автоматизированную систему [15].

Перечисленные работы обосновывают полезность интеграции качественно, но не дают правила, по которому предприятие с заданным потоком изменений выбирает между ручным обменом, набором двусторонних интерфейсов «точка-точка» и интеграционной шиной с единой моделью данных об изделии. Между тем этот выбор и определяет архитектуру информационной системы, поскольку набор прикладных систем у предприятий по разработке серверов сходен, а различаются способ доведения изменения от мастер-источника до потребителей и цена его сопровождения. Цель статьи – разработать концепцию построения информационной системы предприятия по разработке серверов и в модели определить, как вариант интеграционной архитектуры влияет на годовые затраты на доведение инженерных изменений, на число невыявленных несоответствий данных и на время распространения извещения, а также найти интенсивность изменений, при которой вариант с интеграционной шиной становится расчётно менее затратным.

Материалы и методы исследования

Для сравнения способов доведения инженерных изменений до прикладных систем построена сценарная имитационная модель модельного предприятия по разработке серверов. Метод исследования – имитационное моделирование методом Монте-Карло, дополненное аналитическим расчётом математических ожиданий; единица моделирования – модельный год работы информационной системы модельного предприятия по разработке серверов, в течение которого через систему проходит поток извещений об изменении изделия.

Концепция задаёт состав информационной системы из шести подсистем. Мастер-источником данных об изделии служит PLM-система, в которой ведутся состав изделия, конфигурации серверных платформ, допустимые замены компонентов, версии микропрограмм и извещения об изменении. Потребителями этих данных являются ERP-система (закупки и планирование), MES (сборка, про-

шивка и прослеживаемость серийных номеров), система управления испытаниями (программы функциональных и нагрузочных испытаний), система управления версиями микропрограмм и сервисная система (ремонт и учёт конфигураций, поставленных заказчику). В модели сравниваются три взаимоисключающих способа связи потребителей с мастер-источником. При ручном обмене извещение переносится в каждую затронутую систему сотрудником. При интеграции «точка-точка» данные передаются по двусторонним интерфейсам с суточным пакетным обменом; число интерфейсов равно числу информационных потоков между шестью подсистемами. При интеграционной шине PLM-система передаёт извещение в шину, а та доставляет его подписчикам через шесть адаптеров по единой канонической модели данных об изделии.

Извещения образуют пуассоновский поток с интенсивностью λ. Каждая из пяти систем-потребителей затрагивается извещением независимо с вероятностью q, число изменённых позиций состава изделия распределено по закону Пуассона со средним r. Доставка извещения в систему считается ошибочной, если неверно передана хотя бы одна позиция; вероятность ошибки позиции зависит от способа передачи. Автоматизированная передача с вероятностью f завершается техническим сбоем и выполняется вручную, причём в варианте «точка-точка» сбой независим по доставкам, а в варианте шины он затрагивает все доставки одного извещения. Ошибочная доставка выявляется до выпуска изделия с вероятностью p, иначе она порождает потери с на переделку, повторную прошивку или задержку отгрузки. Годовые затраты варианта складываются из постоянных затрат на сопровождение интеграции, стоимости трудоёмкости передачи и контроля и потерь от невыявленных несоответствий; постоянные затраты целиком отнесены к процессу доведения изменений. Время распространения извещения равно наибольшей задержке доставки среди затронутых систем. При ручном переносе и при шине задержка распределена экспоненциально, при пакетном обмене она распределена равномерно на периоде обмена.

Математические ожидания затрат и числа невыявленных несоответствий вычислены в замкнутом виде с использованием равенства E[(1 − e)^R] = exp(−r·e) для пуассоновского числа позиций R. Среднее и 95-й процентиль времени распространения получены по функции распределения наибольшей задержки при биномиальном числе затронутых систем; среднее найдено интегрированием методом Симпсона, процентиль найден делением отрезка пополам. Поскольку ожидаемые затраты линейны по интенсивности изменений, пороговая интенсивность, выше которой вариант с большими постоянными затратами становится дешевле, определяется выражением

$$\lambda^* = (F_1 - F_2) / (v_2 - v_1) \quad (1)$$

где F_1 и F_2 – постоянные годовые затраты сравниваемых вариантов, млн руб./год, причём F_1 относится к варианту с большей автоматизацией; v_1 и v_2 – ожидаемые переменные затраты этих вариантов на одно извещение, млн руб. При $F_1 \le F_2$ порог равен нулю, и более автоматизированный вариант дешевле при любой интенсивности.

Все 19 входов модели являются авторскими допущениями сценария в ценах 2026 г. (табл. 1). Диапазоны вероятностей ошибки позиции не пересекаются, поэтому в любой допустимой комбинации ручной перенос ошибается чаще интерфейса «точка-точка», а интерфейс – чаще передачи по канонической модели. Этот порядок, как и одинаковая удельная трудоёмкость двух автоматизированных вариантов, задан спецификацией и выходом модели не является. Пять систем-потребителей и шесть адаптеров шины следуют из состава концепции и не варьируются.

Таблица 1
Входные параметры сценарной модели, принятые по построению сценария, и диапазоны анализа чувствительности

Параметр	Базовое значение	Нижняя и верхняя граница
интенсивность инженерных изменений	600 извещений/год	300 и 1200
доля систем-потребителей, затрагиваемых одним извещением	0,6	0,4 и 0,8
среднее число изменённых позиций состава изделия в извещении	12 позиций	6 и 24
вероятность ошибки ручного переноса одной позиции	0,005	0,003 и 0,01
вероятность ошибки преобразования позиции в интерфейсе «точка-точка»	0,001	0,0006 и 0,002
вероятность ошибки преобразования позиции при единой модели данных	0,0003	0,0001 и 0,0005
вероятность технического сбоя автоматизированной передачи	0,02	0,005 и 0,05
вероятность выявления несоответствия до выпуска изделия	0,7	0,5 и 0,9
потери на одно невыявленное несоответствие	0,4 млн руб.	0,15 и 1,0
стоимость часа работы инженера с учётом страховых взносов	1,5 тыс. руб./ч	1,0 и 2,4
трудоёмкость ручного переноса извещения в одну систему	2 ч	1 и 4
трудоёмкость контроля автоматизированной передачи	0,25 ч	0,1 и 0,5
среднее время ручного переноса с ожиданием в очереди	16 ч	8 и 40
период пакетного обмена в интерфейсах «точка-точка»	24 ч	12 и 48
среднее время доставки через интеграционную шину	0,25 ч	0,05 и 1,0
число интерфейсов «точка-точка»	12 интерфейсов	9 и 15
затраты на сопровождение одного интерфейса «точка-точка»	0,8 млн руб./год	0,4 и 1,6
годовые затраты на платформу шины и сервис мастер-данных	10 млн руб./год	6 и 16
затраты на сопровождение одного адаптера шины	0,5 млн руб./год	0,25 и 1,0

Источник: допущения сценария модели (входной файл модельного пакета)

Расчёт выполнен программой на Python 3.13 без внешних библиотек. Генератор псевдослучайных чисел random.Random с фиксированным начальным значением (seed) 20261011 воспроизводит 1000 модельных лет на общих случайных числах для трёх вариантов; по распределению годовых затрат определены 5-й и 95-й процентили, образующие модельный интервал при фиксированных параметрах. Чувствительность оценена раздельной подстановкой нижней и верхней границы каждого из 19 параметров. Модель верифицирована тремя граничными расчётами. При отключённом выявлении несоответствий имитационное среднее числа ошибочных доставок каждого варианта сравнивалось с замкнутым выражением при допуске около четырёх стандартных ошибок среднего. Затраты округлены до 0,1 млн руб., число несоответствий – до 0,1 ед., время – до 0,1 ч (для шины до 0,01 ч), пороги – до одного извещения.

Результаты и обсуждение

Расчётные затраты, число несоответствий и время распространения извещения при базовых значениях входных параметров приведены в табл. 2.

Таблица 2
Расчётные затраты, несоответствия данных и время распространения извещения по вариантам интеграционной архитектуры

Показатель	Значение	Единица
ожидаемые годовые затраты при ручном обмене	18,0	млн руб./год
ожидаемые годовые затраты при интеграции «точка-точка»	13,2	млн руб./год
ожидаемые годовые затраты при интеграционной шине	14,8	млн руб./год
постоянные годовые затраты на сопровождение интерфейсов «точка-точка»	9,6	млн руб./год
постоянные годовые затраты на платформу шины и адаптеры	13,0	млн руб./год
5-й процентиль годовых затрат при ручном обмене	14,3	млн руб./год
95-й процентиль годовых затрат при ручном обмене	22,0	млн руб./год
5-й процентиль годовых затрат при интеграции «точка-точка»	11,5	млн руб./год
95-й процентиль годовых затрат при интеграции «точка-точка»	14,8	млн руб./год
5-й процентиль годовых затрат при интеграционной шине	13,8	млн руб./год
95-й процентиль годовых затрат при интеграционной шине	15,8	млн руб./год
ожидаемое число невыявленных несоответствий при ручном обмене	31,4	ед./год
ожидаемое число невыявленных несоответствий при интеграции «точка-точка»	6,9	ед./год
ожидаемое число невыявленных несоответствий при интеграционной шине	2,5	ед./год

среднее время распространения извещения при ручном обмене	28,7	ч
среднее время распространения извещения при интеграции «точка-точка»	17,8	ч
среднее время распространения извещения при интеграционной шине	1,01	ч
95-й процентиль времени распространения при ручном обмене	65,4	ч
95-й процентиль времени распространения при интеграции «точка-точка»	23,7	ч
95-й процентиль времени распространения при интеграционной шине	1,14	ч

Источник: авторский расчёт по сценарной модели при базовых входных параметрах; процентили рассчитаны по 1000 модельным годам

При интенсивности 600 извещений в год наименьшие ожидаемые затраты даёт интеграция «точка-точка». Разность ожидаемых затрат шины и интеграции «точка-точка» составляет 1,64 млн руб./год в пользу интерфейсов и возникает из превышения постоянных затрат шины над затратами на сопровождение двенадцати интерфейсов, которое при таком потоке изменений не покрывается меньшими потерями от несоответствий (табл. 2). У ручного обмена постоянных затрат нет, но трудоёмкость переноса и потери от несоответствий в нём растут пропорционально числу извещений, и уже при базовом потоке этот вариант оказывается самым дорогим.

В модели интервалы годовых затрат в табл. 2 отражают случайность потока извещений и ошибок при фиксированных параметрах. Самый широкий интервал имеет ручной обмен, так как большую часть его затрат образуют потери от невыявленных несоответствий, число которых от года к году колеблется сильнее, чем трудоёмкость переноса. Интервалы двух автоматизированных вариантов перекрываются, и разность их ожидаемых затрат меньше ширины годового интервала каждого из них.

Число невыявленных несоответствий различает варианты резче, чем затраты. При шине оно почти втрое меньше, чем при интерфейсах «точка-точка», и более чем в десять раз меньше, чем при ручном обмене (табл. 2). Порядок вариантов по этому показателю задан соотношением вероятностей ошибки позиции и найденным эффектом не является; расчёт добавляет к нему масштаб различия. Именно эти несоответствия доходят до сборки, испытаний или заказчика, поэтому в концепции каноническая модель данных об изделии выступает механизмом снижения их числа, а не только средством ускорения обмена.

В модели время распространения извещения разделяет варианты по иному признаку. Шина доводит извещение до всех затронутых систем в среднем примерно за час, интерфейсы «точка-точка» укладываются в сутки, ручной обмен в среднем их превышает, а его 95-й процентиль составляет более двух с половиной суток (табл. 2). Время у интерфейсов задаётся периодом пакетного обмена, и при сокращении периода до 12 ч оно уменьшается, оставаясь многократно выше, чем у шины (табл. 3); это соотношение задержек следует из спецификации модели. Хвост распределения у ручного обмена длиннее, чем у пакетного, так как экспоненциальная задержка ручного переноса не ограничена сверху.

Пороговые интенсивности делят ось потока изменений на три области. Пороговая интенсивность изменений для интеграции «точка-точка» относительно ручного обмена составляет 399 извещений в год, пороговая интенсивность изменений для шины относительно ручного обмена равна 482, а пороговая интенсивность изменений для шины относительно интеграции «точка-точка» достигает 1156 извещений в год. Модельное предприятие с 600 извещениями в год находится в средней области, где минимальные ожидаемые затраты даёт интеграция «точка-точка», и до порога шины ему недостаёт почти двукратного роста потока изменений. Разность ожидаемых затрат шины и интеграции «точка-точка» при варьировании параметра «интенсивность инженерных изменений» от 300 до 1200 извещений в год составляет 2,52 – −0,13 млн руб./год, и на верхней границе диапазона шина уже дешевле.

Положение порога шины относительно интерфейсов зависит от входов, которые задают постоянные затраты и ожидаемые потери (табл. 3).

Таблица 3

Анализ чувствительности расчётного порога шины и времени доставки к входам, принятым по построению сценария

Выход при варьировании входа	Значения выхода на нижней и верхней границе входа
пороговая интенсивность для шины относительно «точка-точка» при варьировании параметра «затраты на сопровождение одного интерфейса «точка-точка»»	2789 – 0
пороговая интенсивность для шины относительно «точка-точка» при варьировании параметра «годовые затраты на платформу шины и сервис мастер-данных»	0 – 3197
пороговая интенсивность для шины относительно «точка-точка» при варьировании параметра «число интерфейсов «точка-точка»»	1972 – 340
пороговая интенсивность для шины относительно «точка-точка» при варьировании параметра «вероятность выявления несоответствия до выпуска изделия»	694 – 3469
пороговая интенсивность для шины относительно «точка-точка» при варьировании параметра «потери на одно невыявленное несоответствие»	3083 – 463
пороговая интенсивность для шины относительно «точка-точка» при варьировании параметра «вероятность ошибки преобразования позиции в интерфейсе «точка-точка»»	2691 – 479
среднее время распространения при интеграции «точка-точка» при варьировании параметра «период пакетного обмена в интерфейсах «точка-точка»»	9,3 – 35,0

Источник: расчёт по сценарной модели раздельной подстановкой границ входов из табл. 1

Наибольший размах порога дают входы, задающие постоянные затраты. В модели на верхней границе затрат на сопровождение одного интерфейса и на нижней границе стоимости платформы шины порог обращается в нуль, то есть шина дешевле при любой интенсивности, а рост числа интерфейсов от 9 до 15 снижает порог более чем в пять раз (табл. 3). Число интерфейсов «точка-точка» растёт с подключением каждой новой подсистемы, тогда как шине для неё нужен один адаптер, и расширение состава информационной системы само по себе смещает модельное предприятие к области, где шина дешевле.

В модели вторая группа входов действует на порог через ожидаемые потери от несоответствий. Вероятность перехвата несоответствия входным контролем, потери на одно несоответствие, дошедшее до сборки или заказчика, и вероятность ошибки преобразования в интерфейсе сдвигают расчётный порог вверх и вниз от базового значения почти до трёх раз (табл. 3). При принятых параметрах трудоёмкость передачи и стоимость часа инженера на этот порог не действуют по построению, так как удельная трудоёмкость двух автоматизированных вариантов задана одинаковой, и выигрыш шины по затратам складывается только из предотвращённых потерь. В модели при высокой вероятности перехвата ошибок входным контролем экономическое основание для шины ослабевает, и в её пользу остаётся главным образом время доставки.

Проверка реализации подтвердила согласованность имитационной и аналитической частей модели. При отключённом выявлении несоответствий имитационное среднее числа ошибочных доставок составило 104,73 ед./год для ручного обмена, 22,91 для интерфейсов с независимыми сбоями и 8,32 для шины с общим сбоем. Все три значения лежат в пределах заданного допуска от замкнутых выражений, следовательно, переход доставок в ручной режим при сбоях и общий для извещения сбой шины воспроизведены в имитации так же, как в аналитическом расчёте.

Расчётные зависимости определяют три элемента предложенной концепции. Первый элемент составляет PLM-система как единственный мастер-источник данных об изделии, от которого изменения доставляются потребителям, а не пересылаются между ними. Второй элемент образует каноническая модель данных об изделии, с которой в модели связано меньшее число несоответствий, 2,5 против 6,9 ед./год. Третий элемент задаёт выбор типа интеграционного контура по интенсивности изменений и числу связей. В модели ручной обмен остаётся наименее затратным ниже нижнего порога, интерфейсы «точка-точка» – между нижним и верхним порогами, шина – выше верхнего порога, причём верхний порог снижается с ростом числа интерфейсов и затрат на их сопровождение.

Заключение

Предложенная концепция информационной системы предприятия по разработке серверов отводит PLM-системе роль единственного мастер-источника данных об изделии для ERP, MES, системы управления испытаниями, системы управления версиями микропрограмм и сервисной системы, а тип интеграционного контура связывает с потоком инженерных изменений и числом связей между подсистемами.

В модельном расчёте для потока 600 извещений в год интеграция «точка-точка» требует 13,2 млн руб./год и оказывается самым экономичным вариантом. Интеграционная шина обходится в 14,8 млн руб./год, но сокращает число невыявленных несоответствий до 2,5 ед./год и среднее время распространения извещения до 1,01 ч. Рассчитанные пороги делят поток изменений на три области. Ниже 399 извещений в год наименее за-

тратен ручной обмен, до 1156 извещений в год наименее затратны интерфейсы «точка-точка», при большем потоке наименее затратна шина. В модели положение верхнего порога определяется прежде всего затратами на сопровождение одного интерфейса и числом интерфейсов, а также вероятностью перехвата несоответствий входным контролем и потерями от несоответствия, дошедшего до сборки или заказчика.

Литература

1. Левина Е.В. Цифровая составляющая развития радиоэлектронной промышленности России // Менеджмент и бизнес-администрирование. 2025. № 1. С. 189-196. DOI: 10.33983/2075-1826-2025-1-189-196
2. Блохин А.А., Вертоградов В.А. «Взрывное» импортозамещение на российском рынке программного обеспечения // Проблемы прогнозирования. 2026. № 1 (214). С. 56-69. DOI: 10.47711/0868-6351-214-56-69
3. Дылдин Д.Д., Телушкин Н.С. Подходы к импортозамещению в области программного обеспечения по управлению жизненным циклом продукта // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 5. № 8 (146). С. 157-164. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2024.05.08.020
4. Егоров Р.С. Автоматизированная система управления предприятием на базе ERP и PLM систем // Региональные проблемы преобразования экономики. 2023. № 4. С. 179-186. DOI: 10.26726/1812-7096-2023-4-179-186
5. Gollmann T., Gangl R., Gruchmann T. From engineering change to enterprise change management: leveraging the potentials of IT integration in change management processes // Business Process Management Journal. 2026. Pp. 1-20. DOI: 10.1108/bpmj-10-2025-1779
6. Ирзаев Г.Х. Модель процессов управления инженерными изменениями в изделиях на промышленном предприятии // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. 2022. № 1 (15). С. 56-63. DOI: 10.30987/2658-6436-2022-1-56-63
7. Курбатова А.В., Колесникова Д.А. Управление изменениями в PLM-системах: методы оптимизации сроков разработки проектных решений в автомобильной промышленности // Транспорт: наука, техника, управление. 2026. № 5. С. 42-46. DOI: 10.36535/0236-1914-2026-05-7
8. Конина Н.Ю., Двойников А.А. PLM-среда и управление цифровыми инновациями в авиастроительном холдинге // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2026. № 3. С. 81-93. DOI: 10.37493/2307-907x.2026.3.9
9. Кузнецов С.В., Кознов Д.В. Управление мастер-данными в рамках итеративного подхода // Онтология проектирования. 2021. Т. 11. № 2. С. 170-184. DOI: 10.18287/2223-9537-2021-11-2-170-184
10. Božić D., Živičnjak M., Stanković R., Ignjatić A. Impact of the Product Master Data Quality on the Logistics Process Performance // Logistics. 2024. Vol. 8. No. 2. Art. 43. DOI: 10.3390/logistics8020043
11. Lertyosbordin C., Trangadisaikul B. Open-Weight Multimodal LLMs Versus Manual Data Entry for Legacy ERP Digitization: A Comparative Evaluation of Accuracy, Cost, and Verifiability // Technologies. 2026. Vol. 14. No. 9. Art. 522. DOI: 10.3390/technologies14090522
12. Камалетдинова Л.Р., Романов А.А., Филиппов А.А., Ярушкина Н.Г. Формирование базы правил для PLM систем // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2024. № 3 (35). С. 120-132. DOI: 10.25729/esi.2024.35.3.011
13. Поспелов К.Н., Аблавацкая Д.А., Ракова В.В., Гинцяк А.М. Сервис-ориентированная архитектура в проектировании цифровой экосистемы организации // Вычислительные технологии. 2026. Т. 31. № 1. С. 121-135. DOI: 10.25743/ict.2026.31.1.010
14. Сененков Д.В., Карпейкин А.Э., Пономаренко А.О., Комаров И.В., Мишакова К.К. Программная реализация интеллектуальной системы управления ресурсами робототехнического предприятия на основе прогнозных моделей машинного обучения // Вопросы природопользования. 2026. Т. 5. № 3. С. 55-66.
15. Капулин Д.В., Воронков М.С., Русских П.А., Дрозд О.В., Соболева Е.В. Автоматизированная система сервисного обслуживания радиоэлектронной аппаратуры в условиях мелкосерийного производства // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2025. Т. 25. № 4. С. 5-16. DOI: 10.14529/ctcr250401

Development of a concept for building the information system of a server development enterprise

Anzhina V.A.
Russian New University

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

A server development enterprise produces configurable platforms whose composition changes often, and every change notice has to travel from the product lifecycle management system to procurement, production, testing, firmware release and service. Since this delivery shapes the enterprise information system, the paper develops a concept for building such a system and estimates, as a model output, how the integration architecture affects cost, data quality and propagation speed. In the concept, a PLM system serves as the master source of product data for five consumer systems. Manual exchange, point-to-point integration and an integration bus with a single product data model are compared through Monte Carlo simulation over 1000 model years together with closed-form expectations; all 19 model inputs are scenario assumptions in 2026 prices. At 600 change notices a year, point-to-point integration gives the model enterprise the lowest expected cost, whereas the bus, despite higher fixed costs, cuts escaped data inconsistencies almost threefold and speeds up notice propagation by more than an order of magnitude. Point-to-point interfaces become cheaper than manual exchange at 399 notices a year, the bus becomes cheaper than manual exchange at 482, and it overtakes point-to-point integration at 1156 notices a year. The position of this last threshold depends above all on the maintenance cost of a single interface and on the number of interfaces. The concept thus treats the integration layer type as a function of the engineering change flow and the number of links between subsystems, not as a platform decision fixed in advance.

Keywords: enterprise information system, server development, product lifecycle management, engineering changes, integration bus, master data, simulation modelling.

References

1. Levina E.V. The digital component of the development of the radio-electronic industry of Russia // Management and Business Administration. 2025. No. 1. Pp. 189-196. DOI: 10.33983/2075-1826-2025-1-189-196
2. Blokhin A.A., Vertogradov V.A. "Explosive" import substitution in the Russian software market // Problems of Forecasting. 2026. No. 1 (214). Pp. 56-69. DOI: 10.47711/0868-6351-214-56-69
3. Dyldin D.D., Telushkin N.S. Approaches to import substitution in the field of product lifecycle management software // Economics and Management: Problems, Solutions. 2024. Vol. 5. No. 8 (146). Pp. 157-164. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2024.05.08.020
4. Egorov R.S. Automated enterprise management system based on ERP and PLM systems // Regional Problems of Transforming the Economy. 2023. No. 4. Pp. 179-186. DOI: 10.26726/1812-7096-2023-4-179-186
5. Gollmann T., Gangl R., Gruchmann T. From engineering change to enterprise change management: leveraging the potentials of IT integration in change management processes // Business Process Management Journal. 2026. Pp. 1-20. DOI: 10.1108/bpmj-10-2025-1779
6. Irzaev G. Model of managing processes of engineering changes in products at an industrial enterprise // Automation and Modeling in Design and Management. 2022. No. 1 (15). Pp. 56-63. DOI: 10.30987/2658-6436-2022-1-56-63
7. Kurbatova A.V., Kolesnikova D.A. Change management in PLM systems: methods for optimizing the development time of design solutions in the automotive industry // Transport: Science, Equipment, Management. 2026. No. 5. Pp. 42-46. DOI: 10.36535/0236-1914-2026-05-7
8. Konina N.Y., Dvoynikov A.A. PLM environment and digital innovation management in an aircraft manufacturing holding // Newsletter of North-Caucasus Federal University. 2026. No. 3. Pp. 81-93. DOI: 10.37493/2307-907x.2026.3.9
9. Kuznetsov S.V., Koznov D.V. Master data management in an iterative approach // Ontology of Designing. 2021. Vol. 11. No. 2. Pp. 170-184. DOI: 10.18287/2223-9537-2021-11-2-170-184
10. Božić D., Živičnjak M., Stanković R., Ignjatić A. Impact of the Product Master Data Quality on the Logistics Process Performance // Logistics. 2024. Vol. 8. No. 2. Art. 43. DOI: 10.3390/logistics8020043
11. Lertyosbordin C., Trangadisaikul B. Open-Weight Multimodal LLMs Versus Manual Data Entry for Legacy ERP Digitization: A Comparative Evaluation of Accuracy, Cost, and Verifiability // Technologies. 2026. Vol. 14. No. 9. Art. 522. DOI: 10.3390/technologies14090522
12. Kamaletdinova L.R., Romanov A.A., Filippov A.A., Yarushkina N.G. Rule base forming for PLM systems // Information and Mathematical Technologies in Science and Management. 2024. No. 3 (35). Pp. 120-132. DOI: 10.25729/esi.2024.35.3.011
13. Pospelov K.N., Ablavatskaya D.A., Rakova V.V., Gintsyak A.M. Service-oriented architecture in the design of an organization's digital ecosystem // Computational Technologies. 2026. Vol. 31. No. 1. Pp. 121-135. DOI: 10.25743/ict.2026.31.1.010
14. Senenkov D.V., Karpeykin A.E., Ponomarenko A.O., Komarov I.V., Mishakova K.K. Software implementation of an intelligent resource management system for a robotics enterprise based on predictive machine learning models // Environmental Management Issues. 2026. Vol. 5. No. 3. Pp. 55-66.
15. Kapulin D.V., Voronkov M.S., Russkikh P.A., Drozd O.V., Soboleva E.V. Automated electronic equipment service system in small-series production // Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics. 2025. Vol. 25. No. 4. Pp. 5-16. DOI: 10.14529/ctcr250401