

УДК 658.5:[004.9+004.414.38]
DOI: 10.22213/2413-1172-2025-3-15-27

Резервы повышения качества управления требованиями к бизнес-приложениям и сервисам производственной системы высокотехнологичной промышленной организации

Д. К. Щеглов, кандидат технических наук, доцент, Северо-Западный региональный центр концерна ВКО «Алмаз-Антей» – Обуховский завод; Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург, Россия

В. А. Черенков, Научно-исследовательский институт приборостроения имени В. В. Тихомирова, Жуковский, Россия

В статье рассматривается понятийный аппарат, современные стандарты, подходы и принципы управления требованиями при проектировании бизнес-приложений и сервисов производственной системы высокотехнологичной промышленной организации. Определены роли ключевых участников процесса – владельцев и стейкхолдеров, их функции в формировании требований и обеспечении соответствия создаваемых программных и аппаратных средств бизнес-целям. Подчеркивается влияние качества управления требованиями на успешность реализации ИТ-проектов, выделены основные признаки некачественных требований, приводящих к перерасходу бюджета, срыву сроков выполняемых проектов и снижению качества создаваемых бизнес-приложений и сервисов. Приведены современные методологии и практики повышения качества управления требованиями, включая применение гибких и гибридных подходов, моделирование требований, использование технологий искусственного интеллекта и формирование корпоративной культуры обмена знаниями. Представлен состав модульной системы управления, обеспечивающей полный жизненный цикл работы с требованиями – от их идентификации и утверждения до сопровождения изменений. Рассматривается роль управления требованиями на этапе концептуального проектирования ИТ-архитектуры. Показана взаимосвязь между качеством требований и адаптивностью, масштабируемостью и интеграционной устойчивостью производственной системы организации. Обозначены случаи, в которых традиционная формализация процессов является избыточной, и обоснована необходимость гибкого выбора методов управления требованиями с обязательным обеспечением их прослеживаемости и ориентацией на потребности бизнеса.

Ключевые слова: качество управления, бизнес-приложения и сервисы, производственная система, высокотехнологичная промышленность.

Введение

Стремление организаций (предприятий, компаний) высокотехнологичной промышленности к непрерывному совершенствованию и оптимизации производственных процессов приводит к увеличению сложности и разнообразия требований, предъявляемых к их производственным системам. Такая тенденция обусловлена не только быстрым развитием техники и технологий, но и растущими ожиданиями со стороны потребителей высокотехнологичной продукции, изменениями регулирующих нормативных документов, а также рыночной конкуренцией.

Производственная система организации является средством осуществления его основной деятельности, использующим имеющиеся операционные ресурсы (материальные, финансовые, трудовые, информационные, временные и др.) для создания объектов производства (изделие, товар, услуга и др.) в соответствии с ус-

тановленными требованиями, в том числе к качеству и срокам поставки. При этом понятие *производственная система* уже давно не ограничивается простой совокупностью процессов и ресурсов. Оно включает в себя сложную сеть бизнес-приложений и сервисов, каждый из которых должен соответствовать высоким стандартам качества, безопасности и эффективности. Бизнес-приложения представляют собой прикладные программные системы и комплексы, применяемые в процессе операционной деятельности организации и обеспечивающие автоматизацию ее бизнес-процессов. Сервисы, в свою очередь, играют ключевую роль в обеспечении бесперебойной поддержки (технической, информационной и др.) работы автоматизированных рабочих мест специалистов организации при обеспечении выполнения ими должностных обязанностей.

Очевидно, что применение системного подхода и понимание концептуальных основ разра-

ботки и управления требованиями, предъявляемыми к бизнес-приложениям и сервисам, играет важную роль в повышении эффективности работы и обеспечении конкурентоспособности организаций. Использование передовых методик управления, акцент на гибкость и вовлеченность заинтересованных сторон делают управление требованиями результативным инструментом для достижения бизнес-целей организации.

Таким образом, актуальным является разрешение сложившегося противоречия между постоянно повышающимися требованиями к производственной системе высокотехнологичной промышленной организации и ограниченными ресурсами в условиях необходимости обеспечения высокого качества продукции и/или услуг на динамично изменяющемся рынке высоких технологий. Одним из наиболее очевидных способов преодоления сложившейся ситуации является разработка и внедрение системных подходов к управлению требованиями, основанных на современных методах теории организационного управления и передовых технологических решениях.

Цель настоящей статьи – обобщение и систематизированное изложение методологических подходов к управлению требованиями, предъявляемыми к бизнес-приложениям и сервисам производственной системы высокотехнологичной промышленной организации.

Понятийный аппарат и основные подходы к управлению требованиями

Вне зависимости от предметной области понятие *требование* неразрывно связано с понятием *потребность* – совокупность объективных факторов (причин), условий и предпосылок, необходимых для нормального существования субъекта и/или объекта, в том числе человека (например, пирамида А. Маслоу), организации и др. В общем случае требование (или требования) – это выражение потребности в конкретном контексте. Применительно к теории организации производства и управления качеством продукции в стандарте ISO 9001 понятие *контекст* определяется как среда организации – совокупность внешних и внутренних факторов, относящихся к намерениям и стратегическому направлению развития организации и влияющих на способность достигать намеченных результатов [1]. Преимуществом данного определения понятия *требование* является его универсальность. Однако оно не позволяет однозначно определить формальное правило описания требований к какому-либо конкретному объекту исследования в контексте организации (пред-

приятия, компании) как объекта управления. Например, в инженерном и бизнес-ориентированном подходе к разработке программного обеспечения понятие *требование* определяется по-разному. Поэтому с целью более четкой идентификации объекта управления необходимо рассмотреть эти подходы более подробно.

В настоящее время в практике программной инженерии широкое распространение нашли подходы, описанные в следующих методологиях:

- ISO/IEC TR 19759:2016(E) «Разработка программного обеспечения. Руководство к своду знаний по программной инженерии (SWEBOK)» [2]. Методология предложена Компьютерным обществом Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (IEEE), разработавшим, в частности, глоссарий терминологии программной инженерии IEEE 610.12-1990 [3] и стандарт по разработке требований к программным продуктам и услугам на протяжении их жизненного цикла ISO/IEC/IEEE 29148:2018 [4];
- ITIL «Библиотека инфраструктуры информационных технологий, разработанная компанией AXELOS» [5];
- ГОСТ 34.602-89 «Техническое задание на создание автоматизированной системы» (АС) [6].

Вышеперечисленные подходы к программной инженерии ориентированы преимущественно на выявление и удовлетворение требований причастных лиц (Stakeholder Requirement) к автоматизации конкретных бизнес-процессов. Такие требования, как правило, связаны непосредственно с потребностями причастных лиц (заказчик, владелец процесса, пользователь и др.) и служат основой для разработки функциональных требований к объекту автоматизации. В рамках упомянутых подходов обобщенное понятие *требование* трактуется как функциональная возможность, которую АС должна предоставить заинтересованному лицу для выполнения его должностных обязанностей или для обеспечения соответствия производственного процесса (бизнес-процесса) требованиям внутренней нормативной документации организации. Очевидно, что такой подход в ряде случаев не позволяет учесть потребности, связанные с особенностями деятельности (бизнеса) организации (предприятия, компании).

Необходимость учета потребностей бизнеса послужила причиной создания и развития следующих подходов:

- INCOSE-TP-2010-006-02 «Руководство по написанию требований, разработанное Международным советом по системной инженерии (INCOSE)» [7];

- BABOK Guide «Руководство к своду знаний по бизнес-анализу, разработанное Международным институтом бизнес-анализа (ПБА) [8];

- BPMCBOK «Общий свод знаний по управлению бизнес-процессами, разработанный Ассоциацией профессионалов управления бизнес-процессами (ABPMP) [9];

- Six sigma «Ценностно-ориентированный подход к управлению деятельностью организации (предприятия, компании)», разработанный корпорацией Motorola [10].

Анализ представленных подходов позволяет сформулировать обобщенное определение термина *требование* как формализованного, *пригодного к применению* (usable) представления потребности, обладающего ценностью с точки зрения достижения стратегических и операционных целей организации и не зависящее от конкретных способов реализации требований (ИТ-решений).

В рамках данной парадигмы ключевую роль играет понятие *бизнес-требование* (Business Requirement), которое представляет собой формализованное выражение целевых ориентиров организации, желаемых результатов ее производственной деятельности, а также показателей оценки необходимых изменений. Иными словами, бизнес-требование отражает причину ини-

циализации изменений, не зависящую от конкретных причастных лиц.

Важно подчеркнуть, что современные подходы к управлению проектами, такие как Scrum и Agile, базируются на выявлении именно бизнес-требований к результату проекта (объекту автоматизации), и не подразумевают разработку подробных функциональных требований, поскольку реализуют спиральную итерационную модель организации жизненного цикла (ЖЦ) проекта [11].

Обобщая вышеописанные подходы, можно представить взаимосвязи между требованиями, потребностями и решениями (рис. 1).

Как видно из рисунка 1, бизнес-требования отражают потребности организации в бизнес-приложениях и сервисах, необходимых для поддержки ключевых видов ее операционной деятельности. Требования причастных лиц формируются исходя из необходимости уточнения выполняемых ими бизнес-процессов, реализующих бизнес-требования. На основе бизнес-требований и требований причастных лиц разрабатываются функциональные и нефункциональные требования к прикладным решениям, а также формируются требования переходного периода, определяющие порядок разработки и внедрения прикладных решений.

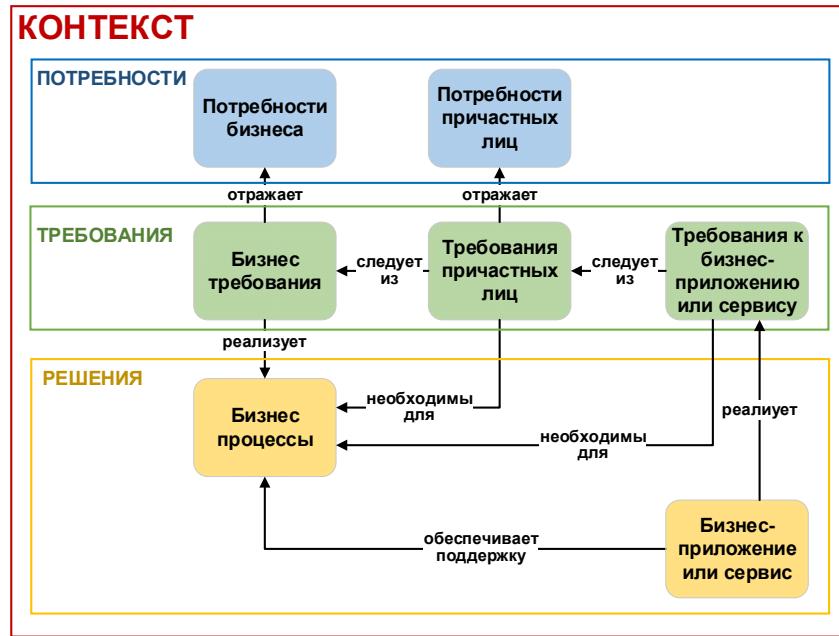


Рис. 1. Взаимосвязь требований, потребностей и решений

Fig. 1. Relationship between requirements, needs and solutions

Важно отметить, что большинство высокотехнологичных промышленных организаций входят в какую-либо интегрированную структуру. В этом случае, к внутренним требованиям

автоматизации организации добавляются внешние бизнес-требования [12].

Таким образом, при создании производственной системы, а также при ее глубокой модерни-

зации или модификации, обусловленных, в частности, диверсификацией деятельности организации, ее цифровой трансформацией и/или другими изменяющимися условиями производственной среды, целесообразно разработать комплексную систему управления требованиями к информационной инфраструктуре. Такая система должна охватывать взаимосвязанную совокупность бизнес-требований, требований заинтересованных сторон, а также функциональных и нефункциональных требований к перспективным бизнес-приложениям и сервисам в контексте автоматизируемых видов деятельности организации или интегрированной структуры.

Функции основных участников процесса управления требованиями

Участники процесса управления требованиями играют ключевую роль в обеспечении успешного развития продукта (бизнес-приложения) или услуги (сервиса). Среди них выделяются владелец процесса (руководитель бизнеса) и стейкхолдеры, каждый из которых вносит существенный вклад в определение требований и формирование общего видения проекта.

Владелец процесса выполняет следующие основные функции:

определение бизнес правил – четкое и подробное описание взаимодействия создаваемых бизнес-приложений и сервисов с внешней средой, потребителями (персоналом) и компонентами информационной инфраструктуры организации;

предоставление информации о контексте и модели бизнеса – описание общего контекста предметной области и моделей бизнеса, в том числе, ключевых бизнес-процессов и их взаимосвязей;

разработка информационных моделей и гlosсария предметной области – описание модели данных и применяемых терминов, чтобы обеспечить единообразное понимание предметной области;

описание моделей состояния объектов управления – формирование перечня объектов управления и управляющих воздействий в составе производственной системы организации;

определение метрик и показателей – ключевые метрики и показатели производительности бизнес-приложений и сервисов, влияющих на достижение бизнес-целей организации.

Стейкхолдеры, в свою очередь, выполняют следующие основные функции:

идентификация заинтересованных лиц – формирование перечня всех участников автоматизируемых бизнес-процессов, включая описание ролей причастных лиц;

описание бизнес-процессов – подробное описание бизнес-процессов, включая входы, выходы, операции, участников, ресурсы, а также взаимосвязи между процессами;

описание вариантов использования – описание вариантов взаимодействия конечных пользователей с создаваемыми бизнес-приложениями и сервисами при различных сценариях;

предоставление образцов данных – предоставление данных для тестирования и моделирования функциональности создаваемых бизнес-приложений и сервисов.

Ключевым условием повышения качества управления требованиями является взаимодействие между владельцами бизнес-процессов и стейкхолдерами, направленное на обеспечение более точного соответствия требований потребностям бизнеса.

Жизненный цикл, свойства и атрибуты требований

Требования являются связующим звеном между целями проекта, ожиданиями заинтересованных сторон и характеристиками разрабатываемых бизнес-приложений и сервисов. На протяжении всего ЖЦ проекта и создаваемого в рамках этого проекта продукта требования, как правило, подвергаются изменениям, что требует их систематического отслеживания, анализа свойств и управления атрибутами.

На рисунке 2 предложен вариант формализованного описания процесса управления требованиями при разработке бизнес-приложений и сервисов производственной системы организации. Диаграмма представлена в формате контекстной функциональной модели IDEF0 на уровне А1 и описывает процессы с точки зрения владельца процесса.

Как следует из рисунка 2, управление требованиями при разработке бизнес-приложений и сервисов производственной системы организации является комплексным процессом, включающим в себя несколько этапов.

1. Сбор и анализ требований – сбор информации о бизнес-процессах и потребностях организации для формирования бизнес-требований, функциональных и нефункциональных требований. В этом процессе участвуют заинтересованные стороны: владельцы процессов, стейкхолдеры, аналитики и системные архитекторы.

2. Документирование требований – бизнес-требования, требования причастных лиц, функциональные и нефункциональные требования к реализации конкретных бизнес-приложений и сервисов тщательно описываются с применением спецификаций требова-

ний, диаграмм, прототипов и других средств визуализации.

3. Валидация и утверждение требований – уточнение и корректировка требований на основе обратной связи от заинтересованных сторон. Утверждение требований стейкхолдерами.

4. Разработка и реализация – проектирование и разработка бизнес-приложений и сервисов на основе утвержденных требований. Функциональные требования трансформируются в программный код и системные компоненты информационной инфраструктуры организации.

5. Тестирование – проверка соответствия разработанных бизнес-приложений и сервисов

требованиям на основе их функционального и нефункционального тестирования.

6. Внедрение и переходный период – созданные бизнес-приложения и сервисы интегрируются в производственную систему через информационную инфраструктуру организации. Обучение пользователей, перенос данных и обеспечение бесперебойной работы бизнес-процессов при внедрении элементов новой инфраструктуры;

7. Эксплуатация и поддержка – переход к эксплуатации разработанных бизнес приложений и сервисов, их поддержка, внесение изменений и обновлений в соответствии с изменяющимися требованиями.

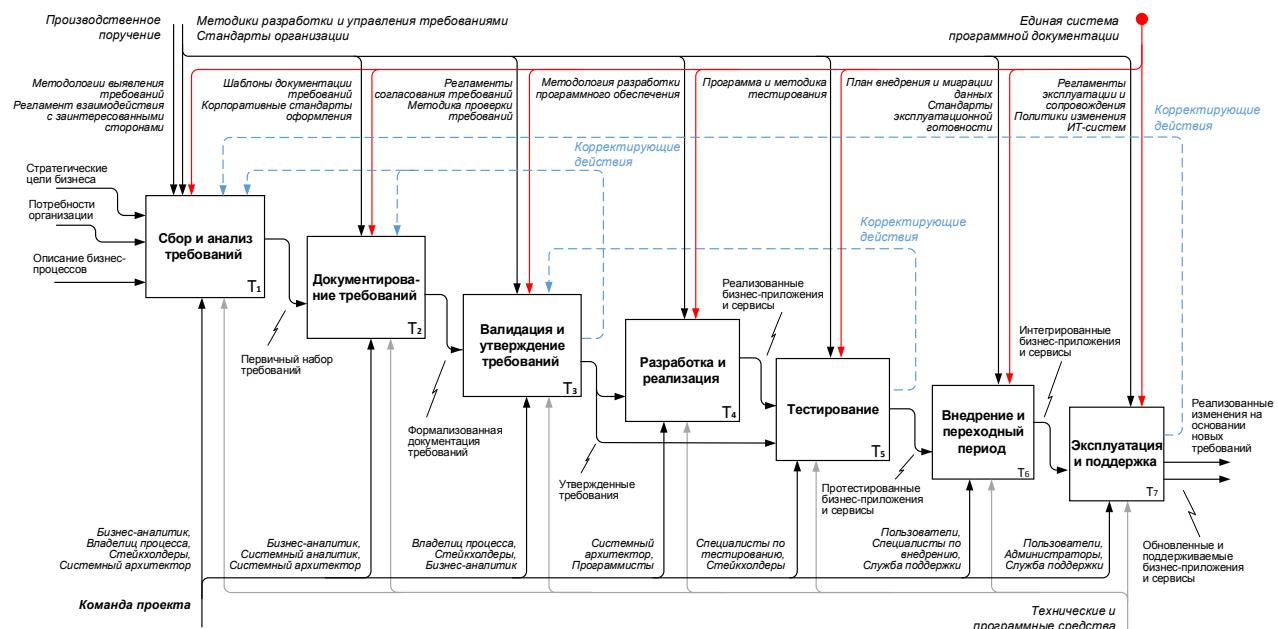


Рис. 2. Процесс управления требованиями при разработке бизнес-приложений и сервисов производственной системы организации

Fig. 2. The requirements management process in the development of business applications and services of the organization's production system

Управление требованиями в рамках ЖЦ информационной инфраструктуры организации подразумевает как формирование новых, так и актуализацию действующих требований. Все этапы данного процесса реализуются итеративно, обеспечивая адаптацию к изменяющимся бизнес-потребностям и условиям внешней среды. Итеративность цикла позволяет поддерживать информационную инфраструктуру в актуальном состоянии и обеспечивать ее соответствие стратегическим и операционным целям организации.

В общем случае любое требование представляет собой утверждение, соответствующее определенным правилам, которое выражает необ-

ходимость достижения определенных характеристик, функциональности или условий в рамках процесса разработки, внедрения или эксплуатации бизнес-приложений и сервисов производственной системы организации, а также технических систем или услуг. При этом требования обладают различными свойствами и атрибутами, которые определяют их область применения. Среди основных *свойств требований* следует выделить: ясность, полноту, измеримость, трассируемость (возможность отслеживать связи между требованиями) и уникальность.

Требования также могут иметь различные атрибуты, обеспечивающие более полное по-

нимание и управление требованиями на протяжении всего ЖЦ проекта. Атрибуты требований включают: тип, источник, приоритет, состояние («новое», «утверждено», «в реализации» и др.), зависимость, версию, автора, дату создания и последнего обновления, описание, бизнес-цель.

Требования к бизнес-приложениям и сервисам производственной системы организации удобно представить в виде специализированной базы данных [13]. Примером такой базы данных является «База данных унифицированных тре-

бований к компонентам информационной инфраструктуры предприятий высокотехнологичных отраслей промышленности» (свидетельство о регистрации RU 2023623365 от 06.10.2023). Специализированная база данных является основой частью системы управления требованиями и обеспечивает реализацию информационной модели предметной области, в частности, используемых сущностей, их атрибутов, связей между ними и таблицами базы данных.

Интерфейс системы управления требованиями представлен на рисунке 3.

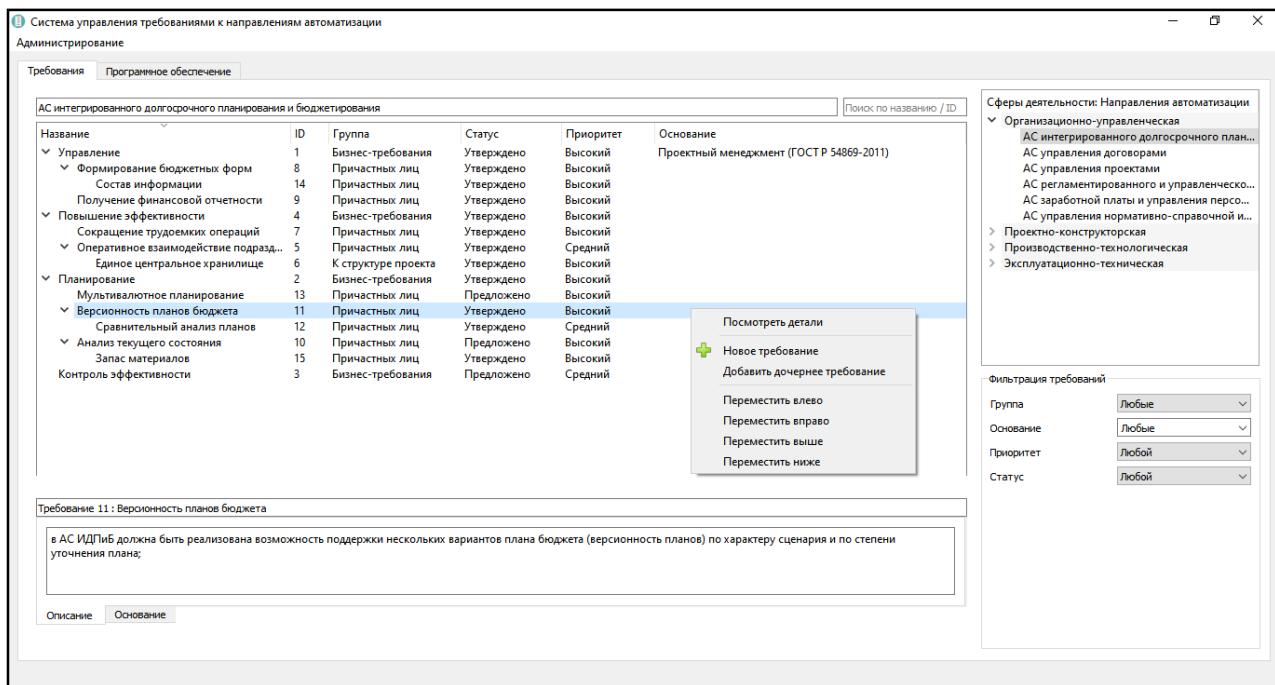


Рис. 3. Главное окно системы управления требованиями

Fig. 3. The main window of the requirements management system

Как показано на рисунке 3, система управления требованиями предоставляет возможность реализации следующих функций:

- формирование названия и описания требований;
- добавление основания установки требований;
- формирование иерархического дерева связей требований;
- отслеживание статуса и текущего состояния требований;
- ознакомление с детализированными сведениями по требованиям;
- группировка требований по выбранным критериям;
- соотнесение требований и уровней архитектуры направления автоматизации;
- сохранение истории изменений требований.

Понятия качества управления требованиями и современные подходы к его повышению

Одной из ключевых причин неуспешной реализации проектов является недостаточная проработка и согласование требований, что приводит к перерасходу бюджета, нарушению сроков и снижению удовлетворенности заинтересованных сторон.

Требования низкого качества отличаются рядом характерных признаков:

некорректность – нечеткая или противоречивая формулировка требования, затрудняющая его правильное понимание и реализацию;

невозможность проверки – неизмеримое требование, что не позволяет проверить его выполнение;

непонятная польза – отсутствует ясная связь требования с бизнес-целями, что не позволяет понять вклад требования в достижение бизнес-целей;

избыточная детализация – излишняя подробность в формулировки требования, которая может увеличить трудоемкость реализации требования;

невыполнимость – отсутствие возможности реализации требования в рамках имеющихся временных и ресурсных ограничений;

несогласованность – наличие разногласий в требованиях заинтересованных сторон приводящих к конфликту интересов;

нерелевантность – несоответствие требований текущим потребностям бизнеса.

Одним из наиболее признанных подходов к управлению требованиями является методология, разработанная Карлом Вигерсом [14]. Данный подход представляет собой формализованный процесс сбора, анализа и документирования требований. Его ключевая особенность заключается в применении монолитной модели спецификации, при которой все требования консолидируются в едином централизованном документе. Такая стратегия способствует систематизации и структурированному восприятию требований, что упрощает их анализ и управление.

Современные исследования в области управления требованиями акцентируют внимание не только на совершенствовании технологических и методических инструментов программной инженерии, но и на развитие корпоративной среды, в которой непрерывное обучение специалистов и обмен знаниями выступают в качестве резерва повышения качества управления требованиями. В связи с этим всё более широкое применение находит концепция *культурного образца* (culture pattern), ориентированная на применение международных стандартов, успешного опыта и лучших отраслевых практик в области управления требованиями, а также создание и поддержание единого корпоративного глоссария требований [15, 16].

Необходимо выделить ряд актуальных тенденций в области инженерии и управления требованиями.

Использование гибких и гибридных методик управления (Agile, Dev Ops и их комбинации с Water Fall). Гибкие и гибридные подходы позволяют перейти к итеративному процессу управления требованиями. Вместо создания подробной спецификации в начале проекта требования уточняются и дополняются в процессе разработки [17].

Применение машинного обучения и технологий искусственного интеллекта. Инструменты на основе машинного обучения и искусственного интеллекта помогают автоматизировать сбор и анализ требований, выполнить их приоритизацию [18, 19]. Они также могут использоваться для выявления противоречий и неполноты требований.

Использование формализованных языков моделирования требований. Применение нотаций, таких как UML, BPMN и др., позволяет визуализировать и анализировать требования, выявлять потенциальные противоречия и улучшать взаимодействие между заинтересованными сторонами [20].

Ориентация на потоки создания ценности для бизнеса. Современные подходы к управлению требованиями всё чаще ориентированы на выявление и оптимизацию потоков создания ценности для бизнеса, при этом особое внимание уделяется максимизации экономического эффекта от инвестиций в информационную инфраструктуру организации [21].

Принципиальная архитектура системы управления требованиями

Принципиальная архитектура системы управления требованиями обычно включает в себя несколько ключевых компонентов, обеспечивающих полный ЖЦ требований – от их идентификации до управления изменениями. Как правило, системы управления требованиями включают следующие модули:

сбор и идентификация требований – сбор требований от различных заинтересованных сторон, формализованное описание требований посредством применения шаблонов, опросников, методов идентификации (выявления) требований;

анализ и утверждение требований – проведение детального анализа и оценки (пригодности, измеримости, трассируемости и согласованности) собранных требований, их утверждение стейкхолдерами;

управление требованиями – управление требованиями на различных этапах их ЖЦ, включая классификацию, приоритизацию, а также отслеживание изменений и статуса каждого требования;

проектирование и разработка – преобразование утвержденных требований в концептуальные и технические решения посредством документирования и архитектурного проектирования бизнес-приложений и сервисов;

тестирование и верификация – проверка соответствия реализации требований в разработанных бизнес-приложениях и сервисах;

отчетность и аналитика – создание аналитических отчетов по статусу требований, наличию потенциальных проблем или рисков, связанных с реализацией требований.

Принципиальная архитектура системы управления требованиями должна обеспечивать взаимодействие между указанными модулями на всех этапах ЖЦ бизнес-приложений и сервисов в составе информационной инфраструктуры организации.

Роль системы управления требованиями при концептуальном проектировании ИТ-архитектуры производственной системы организации

ИТ-архитектура производственной системы организации представляет собой интегрированную совокупность АС, аппаратно-программных средств и технологических решений, взаимодействующих в соответствии с единой методологией ее создания и развития. Архитектурные решения, принимаемые на этапе концептуального проектирования информационной инфраструктуры организации, оказывают прямое влияние на долгосрочную устойчивость и масштабируемость производственной системы. В рамках этого этапа создается высокоуровневое представление о структуре, компонентах и принципах взаимодействия архитектурных элементов, определяется ее соответствие стратегическим целям бизнеса.

Ключевым условием успешного концептуального проектирования ИТ-архитектуры является *организация процессов разработки* (Requirements Engineering) и *управления требованиями* (Requirements Management), которые обеспечивают идентификацию, анализ, спецификацию и отслеживание требований [22]. При этом требования охватывают широкий спектр контекстов, включая характеристики бизнес-приложений и сервисов, вопросы информационной безопасности, соответствие нормативным документам и создание ценности для бизнеса.

Взаимосвязь процессов разработки и управления требованиями с ключевыми элементами ИТ-архитектуры производственной системы организации показана на рисунке 4.

Из рисунка 4 следует, что рассматриваемые процессы направлены на выявление явных и скрытых потребностей, разрешение потенциальных противоречий между требованиями различных заинтересованных сторон, а также формирование целостного, согласованного и измеримого набора требований, служащего основой для обоснованного выбора архитектурных ре-

шений, удовлетворяющих бизнес-целям организации.



Рис. 4. Цикл управления требованиями в контексте ИТ-архитектуры производственной системы организации

Fig. 4. Requirements management cycle in the context of the IT architecture of the organization's production system

Анализ влияния процесса управления требованиями и качества его реализации на формирование ИТ-архитектуры организации показывает, что отсутствие системного подхода на этапе концептуального проектирования может повлечь за собой ряд негативных последствий, например:

несоответствие бизнес-целям – ИТ-архитектура, спроектированная без четкого понимания бизнес-потребностей, может быть технически совершенной, но бесполезной с точки зрения бизнес-ценности для организации;

выход за границы проекта и бюджета – отсутствие четких требований приводит к постоянным изменениям в процессе проектирования и реализации. Это, в свою очередь, ведет к увеличению стоимости проекта, затягиванию сроков, в результате чего организация может столкнуться с финансовыми трудностями, а также потерей конкурентоспособности;

технический долг – попытки оперативного устранения проблем, возникающих вследствие некорректного или недостаточно четкого формулирования требований, часто приводят к разработке временных, неэффективных решений, способствующих накоплению технического долга. Формирование технического долга обу-

словливают необходимость последующих дополнительных затрат на исправление, сопровождение и развитие системы, что, в свою очередь, снижает гибкость, устойчивость и масштабируемость ИТ-архитектуры;

проблема интеграции – разные компоненты ИТ-архитектуры, спроектированные без учета общих требований и принципов, могут оказаться трудноинтегрируемыми друг с другом. Это приводит к снижению производительности, повышению рисков возникновения ошибок и отказов в критичных бизнес-приложениях и сервисах, а также увеличению затрат на их сопровождение;

проблема адаптации – использование нечетких и противоречивых требований затрудняет адаптацию ИТ-архитектуры под постоянно меняющееся окружение. Внесение изменений становится сложным и рискованным процессом, требующим значительных усилий и затрат.

Следует отметить, что представленные негативные эффекты обладают синергетическим свойством и являются накопительными, что затрудняет их идентификацию на ранних стадиях концептуального проектирования или актуализации ИТ-архитектуры организации.

Несмотря на то, что разработка и управление требованиями являются ключевыми этапами для успешного проектирования ИТ-архитектуры, в ряде случаев формализованное и полное применение всех этапов этих процессов может оказаться избыточным или контрпродуктивным. Осознание и корректная идентификация подобных ситуаций являются необходимыми условиями для рационального распределения ресурсов, минимизации организационных издержек.

Рассмотрим некоторые из таких случаев.

Экспериментальные проекты и прототипы бизнес-приложений и сервисов. При создании прототипов или минимально жизнеспособного продукта (*minimum viable product*) для быстрого тестирования идеи, детальная спецификация требований является преждевременной. Основной целью таких проектов является быстрое получение обратной связи от потенциальных пользователей с последующей корректировкой прототипа. В подобных ситуациях применяются гибкие методы, основанные на итеративной разработке и тесном взаимодействии с пользователями, когда требования формулируются и уточняются по мере накопления эмпирических данных. Основной акцент делается на скорости разработки и способности к адаптации, в то время как формализация требований отходит на второй план. При этом необходимо учи-

тывать, что создаваемый прототип не пред назначен для использования в производственной системе организации и имеет принципиально иные показатели качества.

Небольшие изолированные изменения в эксплуатирующемся бизнес-приложении или сервисе. При планировании незначительных изменений в существующих бизнес-приложениях или сервисах, которые не затрагивает ключевые функциональные области производственной системы и не требует интеграции с другими АС, выполнение цикла по разработке и управления требованиями может быть избыточным. В таких случаях достаточно простого анализа влияния изменения и неформального согласования с заинтересованными сторонами. При этом важно убедиться, что изменение локализовано и не приведет к непредвиденным последствиям для других частей ИТ-архитектуры.

Исследования новых технологий. В рамках исследовательских проектов, целью которых является изучение новых технологий или концепций, формализованные требования могут быть неопределенными или отсутствовать. Основное внимание уделяется экспериментированию и получению новых знаний. Требования формируются по мере продвижения исследований.

Внедрение готовых «коробочных» бизнес-приложений или сервисов без адаптации. При внедрении готового программного обеспечения без каких-либо изменений потребность в детальной спецификации требований минимальна. При этом основное внимание уделяется настройке и интеграции ИТ-решений с существующей ИТ-архитектурой.

Таким образом, выбор оптимального подхода к разработке и управлению требованиями зависит от конкретного проекта и должен сопровождаться оценкой возможных рисков. При этом независимо от выбора формализации цикла разработки и управления требованиями должно обеспечиваться прослеживание принятых решений и изменений, возможность адаптации подхода управления требованиями в целом к меняющемуся окружению, а также необходимость понимания потребностей пользователей и обеспечение соответствия принимаемых решений поставленным бизнес-задачам.

Выводы

Проведенное исследование позволило систематизировать современные подходы к управлению требованиями в процессе проектирования бизнес-приложений и сервисов производственной системы организаций высокотехнологичной промышленности. Уточнено содержание поня-

тийного аппарата и границы применения существующих методических решений.

Установлено, что качество процессов разработки и управления требованиями оказывает существенное влияние на соответствие информационной архитектуры организации стратегическим целям бизнеса, ее адаптивность, масштабируемость и интеграционную устойчивость, что, в свою очередь, сказывается на конкурентоспособности организации.

Анализ понятийного аппарата, этапов ЖЦ требований и распределения ролей участников процесса позволил выявить ключевые факторы, влияющие на качество управления требованиями, среди которых можно отметить:

- объективные условия и предпосылки, необходимые для устойчивого функционирования бизнеса;
- наличие стратегических ориентиров и четко выраженных намерений организации, определяющих траекторию ее развития.

Показано, что управление требованиями следует рассматривать не только как технологический процесс, но и как элемент организационной культуры, предполагающий развитие профессиональных компетенций специалистов и внедрение лучших отраслевых практик, направленных на совершенствование производственной и информационной инфраструктуры организации.

Установлены причинно-следственные взаимосвязи между неполнотой и некорректностью формулировок требований в высокогородневых моделях и рисками потерь при их реализации. На этой основе обоснована необходимость четкого разграничения ролей и ответственности участников процесса формирования требований, а также обеспечения их активного взаимодействия для достижения согласованности интересов и потребностей всех заинтересованных сторон.

Определено, что применение современных подходов, включающих гибридные модели управления, моделирование требований и использование технологий искусственного интеллекта способствует повышению качества применяемых архитектурных решений и снижению проектных рисков.

Показана системообразующая роль процессов разработки и управления требованиями при формировании и развитии ИТ-архитектуры организации. При этом установлено, что уровень и степень формализации данных процессов должны определяться спецификой реализуемых проектов. Выявлены ситуации, в которых чрезмерная формализация процессов оказывается

избыточной, что обуславливает необходимость гибкого и адаптивного выбора методик управления.

Подчеркнута необходимость обеспечения прослеживаемости требований на всех этапах их ЖЦ, а также ориентации управления требованиями на приоритетные цели бизнеса как основу устойчивого развития производственной системы и информационной инфраструктуры организации.

Предложенные формализованные описания ключевых этапов управления требованиями, интегрированные с существующими моделями и методическими подходами, позволят обеспечить повышение согласованности действий участников проектной деятельности, эффективности бизнес-процессов и устойчивости развития организации.

Библиографические ссылки

1. Sanjiv Kumar Jain, Inderpreet Singh Ahuja (2012) ISO 9000 Quality Management System: literature review and directions. International Journal of Technology, Policy and Management, vol. 12, no. 4, pp. 31-343. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJTPM.2012.050136>
2. ISO/IEC TR 19759:2016(E) Software Engineering – Guide to the software engineering body of knowledge (SWEBOK). Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Computer Society, Version 3.0, June 2016. 336 p. URL: <https://cs.fit.edu/~kgallagher/Schtick/Serious/SWEBOKv3.pdf> (дата обращения: 13.09.2025).
3. IEEE 610.12-1990 – IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). American national standards institute (ANSI), December 2019. URL: https://bibliotecas.unileon.es/ingenierias-industrial-informatica/files/2019/05/Normas_3_IEEE-2018.pdf (дата обращения: 13.09.2025).
4. ISO/IEC/IEEE 29148:2018 Systems and software engineering – Life cycle processes-Requirements engineering. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Computer Society, October 2018. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso-iec-ieee:29148:ed-2:v1:en> (дата обращения: 13.09.2025).
5. ITIL Foundation: ITIL 4 Edition (ITIL 4 Foundation). Information Technology Infrastructure Library, AXELOS Ltd, February 2019, 212 p. URL: <https://www.axelos.com/viewpdf> (дата обращения: 13.09.2025).
6. Селезнева С. В. Особенности создания автоматизированных систем управления в современных условиях // Наука и современность. 2010. № 1 (2). С. 121–123. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-sozdaniya-avtomatizirovannyh-sistem-upravleniya-v-sovremennyh-usloviyah> (дата обращения: 13.09.2025).
7. A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge (BABOK Guide) / International Institute of Business Analysis (IIBA).

- ness Analysis (IIBA), Version 3.0, 2015. URL: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/336274/mod_resource/content/1/BABOK_Guide_v3_Member.pdf (дата обращения: 13.09.2025).
8. INCOSE-TP-2010-006-04 Guide for Writing Requirements // Requirements Working Group International Council on Systems Engineering (INCOSE), Version 4, July 2023. 140 p. URL: https://www.incose.org/docs/default-source/working-groups/requirements-wg/gtwr/incose_rwg_gtwr_v4_040423_final_drafts.pdf?sfvrsn=5c877fc7_2 (дата обращения: 13.09.2025).
9. BPM CBOK. Business Process Management Common Body of Knowledge, Version 3.0, Association for Business Process Management Professionals (ABPMP). 2013. 447 p. URL: https://www.abpmp.org/page/guide_BPM_CBOK (дата обращения: 13.09.2025).
10. Olutade Oladipupo, Adekanmi M. Adeyinka, Olamide Isaac Durodola (2023) Exploring lean six sigma: A comprehensive review of methodology and its role in business improvement. International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation, vol. 4, no. 6, pp. 939-947. DOI: <https://doi.org/10.54660/IJMRGE.2023.4.6.939-947>
11. Сергунин А. А., Киприна Л. Ю. Исследование методов управления требованиями стейкхолдеров к программному обеспечению // Технологии и качество. 2020. № 1 (47). С. 37–42. DOI: <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2020-1-47-37-42>
12. Щеглов Д. К., Пиликов Н. А., Тимофеев В. И. Концептуальные основы цифровой трансформации организаций оборонно-промышленного комплекса // Автоматизация в промышленности. 2021. № 2. С. 13–23. DOI: <https://doi.org/10.25728/avtproc.2021.02.03>
13. Щеглов Д. К. Методология выбора корпоративных информационных систем в условиях цифровой трансформации организаций оборонно-промышленного комплекса // Вестник Концерна ВКО «Алмаз-Антей». 2021. № 4. С. 7–24. DOI: <https://doi.org/10.38013/2542-0542-2021-4-7-24>
14. Wiegers K., Beatty J. (2013) Software Requirements (Developer Best Practices). 3rd Edition. Microsoft Press, 2013, 672 p.
15. Alsanoosy T., Spichkova M., Harland J. (2020) Exploratory analysis of cultural influences on requirements engineering activities based on stakeholders' profile. Procedia Computer Science, vol. 176, pp. 3379–3388. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.059>
16. Alsanoosy T., Spichkova M., Harland J. (2020) Cultural influence on requirements engineering activities: a systematic literature review and analysis. Requirements Engineering, vol. 25, no. 4, pp. 339-362. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00766-019-00326-9>
17. Thakur Ritesh Bankat Singh, S.V.A.V. Prasad, J. Malla Reddy Jogannagari Malla Reddy, Tapsi Nagpal (2022) Revisiting Requirement Engineering Techniques: Managerial Perspective. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, vol. 11, no. 11, pp. 25-28. DOI: <https://doi.org/10.35940/ijitee.K9285.10111122>
18. Beatriz Braga Batista, Marcia Sampaio Lima, Tayana Uchoa Conte (2024) Teaching Requirements Engineering for AI: A Goal-Oriented Approach in Software Engineering Courses. SBQS'24: Proceedings of the XXIII Brazilian Symposium on Software Quality, pp. 613-623. DOI: <https://doi.org/10.1145/3701625.3701686>
19. Almonte J.T., Boominathan S.A., Nascimento N. (2025) Automated Non-Functional Requirements Generation in Software Engineering with Large Language Models: a Comparative Study, 11 p. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.15248>
20. Loon W.W., Tin H.H.K. (2024) Comparative Research of Traditional vs. Modern Elicitation Techniques in Requirement Engineering. FMDB Transactions on Sustainable Technoprise Letters, vol. 2, no. 2, pp. 68–77. DOI: <https://doi.org/10.69888/FTSTPL.2024.000231>
21. Тяпухин А. П. Формирование системы управления цепями создания ценности // Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент. 2023. Т. 17, № 2. С. 173–180. DOI: <https://doi.org/10.14529/em230215>
22. Kornyshova E., Deneckere R. (2022) A Proposal of a Situational Approach for Enterprise Architecture Frameworks: Application to TOGAF. Procedia Computer Science, vol. 207, pp. 3499–3506. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.408>

References

1. Sanjiv Kumar Jain, Inderpreet Singh Ahuja (2012) ISO 9000 Quality Management System: literature review and directions. International Journal of Technology, Policy and Management, vol. 12, no. 4, pp. 312-343. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJTPM.2012.050136>
2. ISO/IEC TR 19759:2016(E)Software Engineering - Guide to the software engineering body of knowledge (SWEBOK).Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Computer Society, Version 3.0, June 2016. 336 p. Available at: <https://cs.fit.edu/~kgallagher/Schtick/Serious/SWEBOKv3.pdf> (accessed: 13.09.2025).
3. IEEE 610.12-1990 - IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology.Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). American national standards institute (ANSI), December 2019. Available at: https://bibliotecas.unileon.es/ingenierias-industrial-informatica/files/2019/05/Normas_3_IEEE-2018.pdf (accessed: 13.09.2025).
4. ISO/IEC/IEEE 29148:2018. Systems and software engineering - Life cycle processes-Requirements engineering. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Computer Society, October 2018. Available at: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso-iec-ieee:29148:ed-2:v1:en> (accessed: 13.09.2025).
5. ITIL Foundation: ITIL 4 Edition (ITIL 4 Foundation). Information Technology Infrastructure Library, AXELOS Ltd, February 2019. 212 p. Available at: <https://www.axelos.com/viewpdf> (accessed: 13.09.2025).
6. Selezneva S.V. (2010) [Features of creating automated control systems in modern conditions]. *Nauka i sovremennost'*, vol. 1, no. 2, pp. 121-123. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-sozdaniya-ijitee.K9285.10111122>

avtomatizirovannyh-sistem-upravleniya-v-sovremennoy-usloviyah (accessed: 13.09.2025) (in Russ.).

7. A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge (BABOK Guide). International Institute of Business Analysis (IIBA), Version 3.0, 2015. Available at: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/336274/mod_resource/content/1/BABOK_Guide_v3_Member.pdf (accessed: 13.09.2025).

8. INCOSE-TP-2010-006-04 Guide for Writing Requirements. Requirements Working Group International Council on Systems Engineering (INCOSE), Version 4, July 2023. 140 p. Available at: https://www.incose.org/docs/default-source/working-groups/requirements-wg/gtwr/incose_rwg_gtwr_v4_040423_final_drafts.pdf?sfvrsn=5c877fc7_2 (accessed: 13.09.2025).

9. BPM CBOK. Business Process Management Common Body of Knowledge, Version 3.0. Association for Business Process Management Professionals (ABPMP). 2013. 447 p. Available at: https://www.abpmp.org/page/guide_BPM_CBOK (accessed: 13.09.2025).

10. Olutade Oladipupo, Adekanmi M. Adeyinka, Olamide Isaac Durodola (2023) Exploring lean six sigma: A comprehensive review of methodology and its role in business improvement. *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation*, vol. 4, no. 6, pp. 939-947. DOI: <https://doi.org/10.54660/IJMRGE.2023.4.6.939-947>

11. Sergunin A.A., Kiprina L.Yu. (2020) [Research into stakeholder requirements management methods for software]. *Tekhnologii i kachestvo*, vol. 1, no. 47, pp. 37-42. DOI: <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2020-1-47-37-42> (in Russ.).

12. Shcheglov D.K., Pilikov N.A., Timofeev V.I. (2021) [Conceptual foundations of digital transformation of defense industry organizations]. *Avtomatizaciya v promyshlennosti*, no. 2, pp. 13-23. DOI: <https://doi.org/10.25728/avtprom.2021.02.03> (in Russ.).

13. Shcheglov D.K. (2023) [Methodology for selecting corporate information systems in the context of digital transformation of the defense industry complex]. *Vestnik Koncerna VKO «Almaz - Antey»*, no. 4. pp. 7-24. DOI: <https://doi.org/10.38013/2542-0542-2021-4-7-24> (in Russ.).

14. Wiegers K., Beatty J. (2013) Software Requirements (Developer Best Practices). 3rd Edition. Microsoft Press, 672 p.

15. Alsanoosy T., Spichkova M., Harland J. (2020) Exploratory analysis of cultural influences on requirements engineering activities based on stakeholders' profile. *Procedia Computer Science*, vol. 176, pp. 3379-3388. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.059>.

16. Alsanoosy T., Spichkova M., Harland J. (2020) Cultural influence on requirements engineering activities: a systematic literature review and analysis. *Requirements Engineering*, vol. 25, no. 4, pp. 339-362. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00766-019-00326-9>

17. Thakur Ritesh Bankat Singh, S.V.A.V. Prasad, J. Malla Reddy Jogannagari Malla Reddy, Tapsi Nagpal (2022) Revisiting Requirement Engineering Techniques: Managerial Perspective. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, vol. 11, no. 11, pp. 25-28. DOI: <https://dx.doi.org/10.35940/ijitee.K9285.10111122>

18. Beatriz Braga Batista, Marcia Sampaio Lima, Tayana Uchoa Conte (2024) Teaching Requirements Engineering for AI: A Goal-Oriented Approach in Software Engineering Courses. SBQS'24: Proceedings of the XXIII Brazilian Symposium on Software Quality, pp. 613-623. DOI: <https://doi.org/10.1145/3701625.3701686>

19. Almonte J.T., Boominathan S.A., Nascimento N. (2025) Automated Non-Functional Requirements Generation in Software Engineering with Large Language Models: a Comparative Study, 11 p. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.15248>

20. Loon W.W., Tin H.H.K. (2024) Comparative Research of Traditional vs. Modern Elicitation Techniques in Requirement Engineering. *FMDB Transactions on Sustainable Technoprise Letters*, vol. 2, no. 2, pp. 68-77. DOI: <https://doi.org/10.69888/FTSTPL.2024.000231>

21. Tyapukhin A.P. (2023) [Formation of a value chain management system]. *Vestnik YUzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika i menedzhment*, vol. 17, no. 2, pp. 173-180. DOI: <https://doi.org/10.14529/em230215> (in Russ.).

22. Kornyshova E., Deneckere R. (2022) A Proposal of a Situational Approach for Enterprise Architecture Frameworks: Application to TOGAF. *Procedia Computer Science*, vol. 207, pp. 3499-3506. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.408>

Reserves for Improving the Quality of Requirements Management for Business Applications and Services of Production System of High-Tech Industry Organization

D.K. Shcheglov, PhD in Engineering, Associate Professor, JSC “North-Western Regional Center of the Concern VKO “Almaz-Antey” – “Obukhov Plant”; Baltic State Technical University “VOENMEH” named after D.F. Ustinov, St. Petersburg, Russia

V.A. Cherenkov, Scientific Research Institute of Instrument Engineering named after V.V. Tikhomirov, Zhukovsky, Russia

The article examines the conceptual framework, modern standards, approaches, and principles of requirements management in the design of business applications and services for a high-tech industry's production system. The roles of key participants in the process – process owners and stakeholders - are defined, as well as their functions in shaping requirements and ensuring that created software and hardware meets business goals. The influence of quality requirements management on IT project success is emphasized, with the main signs of poor quality requirements high-

hlighted, leading to overruns in budgets and project deadlines as well as decreased quality in business applications and created services. Modern methodologies and practices for improving the quality of requirement management are presented, including the use of flexible and hybrid approaches, requirement modeling, the use of artificial intelligence technologies, and the formation of corporate knowledge exchange culture. The article presents the composition of a modular management system that provides a full cycle of requirements work: from identification and approval to maintenance of changes. Special attention is paid to the role of requirement management in the conceptual design stage of IT architecture. The relationship between quality requirements and adaptability, scalability and integration stability of the organization's production system is shown. Cases where traditional formalization processes are redundant are also discussed, as well as the necessity of a flexible requirements management approach with mandatory traceability and focus on business needs.

Keywords: quality of management, business applications and services, production and system, high-tech industry.

Получено 17.07.2025

Образец цитирования

Щеглов Д. К., Черенков В. А. Резервы повышения качества управления требованиями к бизнес-приложениям и сервисам производственной системы высокотехнологичной промышленной организации // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2025. Т. 28, № 3. С. 15–27. DOI: 10.22213/2413-1172-2025-3-15-27

For Citation

Shcheglov D.K., Cherenkov V.A. (2025) [Reserves for Improving the Quality of Requirements Management for Business Applications and Services of Production System of High-Tech Industry Organization]. *Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova*, vol. 28, no. 3, pp. 15-27. DOI: 10.22213/2413-1172-2025-3-15-27 (in Russ.).