

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

На правах рукописи

МАКСИМОВ Михаил Андреевич

**УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ
СИСТЕМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СРЕДНЕГО БИЗНЕСА**

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством
(стандартизация и управление качеством продукции)

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель: Заслуженный работник высшей
школы Российской Федерации, профессор,
доктор педагогических наук
Макарова Наталья Владимировна

Санкт-Петербург – 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СРЕДНЕГО БИЗНЕСА	14
1.1 Основные принципы и подходы к управлению качеством информационных систем.....	14
1.2 Особенности функционирования предприятий среднего бизнеса сферы информационных технологий.....	29
1.3 Влияние тенденций в сфере информационных технологий на управление качеством разработки информационных систем.....	29
1.4 Сравнительный анализ методов и моделей управления качеством разработки информационных систем.....	40
Выводы по главе 1.....	45
ГЛАВА 2. МЕТОДЫ, МЕХАНИЗМЫ И ФУНКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	48
2.1 Системный подход как базис управления качеством разработки информационных систем.....	48
2.2 Основные компоненты и функции базовой модели управления качеством разработки информационных систем.....	58
2.3 Метод управления качеством разработки информационных систем.....	75
2.4 Организационно-ролевая коммуникация как механизм реализации базовой модели управления качеством разработки информационных систем	83
2.5 Механизмы реализации резервов повышения качества разработки информационных систем.....	90
Выводы по главе 2.....	100
ГЛАВА 3. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	104
3.1 Методы оценки качества разработки информационных систем	104

3.2 Оценка результативности реализации методов и механизмов базовой модели управления качеством разработки информационных систем.....	109
3.3 Методические рекомендации по реализации методов и механизмов базовой модели управления качеством разработки информационных систем	123
Выводы по главе 3.....	130
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	131
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	135
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. РАСШИРЕННАЯ СХЕМА ВЗАИМОСВЯЗЕЙ СТАНДАРТОВ ОБЛАСТИ СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ	148
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО КОНТРОЛЬНОЙ ГРУППЕ	149
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ГРУППЕ	152

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Очередная смена технологического уклада, характеризующаяся увеличением доли роботизированных производств, развитием искусственного интеллекта и ряд других направлений, построенных на основе цифровых технологий, ставит комплексные сложные задачи перед государствами, отраслями экономики и отдельными предприятиями. Устойчивые тренды на цифровизацию повышают востребованность в качественных услугах в сфере информационных технологий (ИТ) и в тоже время обостряют конкуренцию. Таким образом, совершенствование подходов к управлению качеством процессов разработки и внедрения информационных систем (ИС) и необходимых ИТ является актуальной задачей, требующей оперативного решения.

Кроме того, сегодня в Российской Федерации реализуется ряд федеральных проектов, связанных с развитием информационных технологий, среди которых можно отметить проект «Цифровая экономика РФ», в рамках которых необходимо применять современные методы управления качеством разработки информационных систем и технологий.

Общее повышение значимости ИТ и их влияние на развитие бизнеса приводит к ужесточению требований к качеству продуктов, услуги и процессов в сфере ИТ, что существенным образом отражается на процессах управления качеством разработки информационных систем.

Прогнозируется стремительное развитие таких направлений, как роботизация производств, «Интернет вещей», высокоскоростной интернет, а это приводит к тому, что участие человека в процессах будет сокращаться, при этом ответственность, возлагаемая на информационные системы и их разработчиков будет увеличиваться. Это, в свою очередь, создает новые вызовы для процессов и систем управления качеством разработки информационных систем.

Во многих ИТ-компаниях отмечается рост количества запросов на разработку новых или улучшение существующих информационных систем, а также увеличение сложности проектов. Это проявляется в широте охвата

затрагиваемых в проектах бизнес-процессов и аспектов деятельности предприятия, увеличении количества заинтересованных сторон проекта и расширении их областей интереса, а также в усложнении применяемых технологий. Все это обостряет проблемы, которые существуют во взаимодействии ИТ-компаний, которые являются исполнителями, оказывая услуги по автоматизации деятельности, и предприятий-заказчиков, которые формируют требования, оплачивают услуги и, в последствии, эксплуатируют разработанные в рамках проекта системы.

Степень разработанности темы

Среди работ, посвященных фундаментальным основам управления качеством, основополагающими являются труды таких ученых как Э. Деминга, В. Шухарта, Ф. Кросби, А. Фейгенбаума, К. Исикавы, Г. Тагути, Г.Г. Азгальдова, О.В. Аристова, И.Г. Головцовой, Е.А. Горбашко, В.В. Окрепилова, А.Г. Варжапетяна, Е.Г. Семеновой, В.Д. Шапиро, И.И. Мазура, Д.А. Шевчука.

Вопросы управления качеством ИС рассмотрены в работах Г.Н. Исаева, А.Н. Шмелева, Т.Н. Ананьевой, Н.Г. Новиковой, К.Г. Скрипник.

В области системного подхода к менеджменту можно выделить работы таких ученых как John Zachman, Robert Winter, Henderik A. Proper, Marc M. Lankhorst, Ulrik Franke, Гаврилова Т.А., Кудрявцев Д.В., Макарова Н.В, Ильин И.В. Зиндер Е.З., Тельнов Ю.Ф.

В области управления качеством ИС и процессов из разработки можно выделить следующие международные и отечественные стандарты, также модели управления качеством ИС: ГОСТ Р ИСО 9001-2015, серия стандартов ГОСТ Р ИСО/МЭК 250xx, ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504 (пять частей), ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000, ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93, Модель TiKIT, Модель Боэма, Модель МакКола, Модель Гецци, Модель FURPS/FURPS, Модель ISO 9126.

При этом ряд проблем в области управления качеством разработки информационных систем, в связи с недостаточной проработанностью и узостью различных аспектов при ее проведении, требуют дальнейшего исследования и определяют тему, цель, задачи, предмет и объект диссертационного исследования.

Целью диссертационной работы является разработка методов и механизмов, направленных на реализацию системной модели управления качеством процессов разработки информационных систем, что обеспечит удовлетворение потребностей и ожиданий конечных потребителей информационной системы и повышение конкурентоспособности предприятия.

Для достижения цели диссертационного исследования необходимо решить следующие задачи:

- Разработать и апробировать базовую модель управления качеством процессов разработки информационных систем, включая:
 - исследование методов и моделей в области управления качеством информационных систем;
 - исследование и систематизацию нормативной базы, регламентирующей процессы разработки информационных систем;
 - формирование методических рекомендаций по внедрению модели управления качеством процессов разработки информационных систем в деятельность предприятия среднего бизнеса;
- Разработать метод управления качеством разработки информационных систем;
- Разработать механизм коммуникации для основных действующих сторон, задействованных в управлении процессами разработки информационных систем;
- Выявить резервы качества разработки информационных систем и предложить механизмы их реализации;
- Выработать дифференциальные количественные оценки качества разработки информационных систем и внедрить их в деятельность предприятия.

Объектом исследования является система управления качеством информационных систем на предприятиях среднего бизнеса сферы информационных технологий.

Предметом исследования являются методы, функции и модели управления качеством процессов разработки информационных систем на базе системного подхода.

Теоретической и методологической основой исследования стали научные положения, выводы и рекомендации в области управления качеством информационных систем и системных подходов к менеджменту. В исследовании задействован комплексный подход, основывающийся на системном анализе, положениях общего менеджмента, управления проектами, квалиметрических методах и математической статистике, позволивший определить основные положения и методику оценки качества разработки информационных систем. Из области управления качеством информационных систем и процессов их разработки использованы положения международных и отечественных стандартов, а также модели управления качеством ИС: ГОСТ Р ИСО 9001-2015, серии стандартов ГОСТ Р ИСО/МЭК 250xx, ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504 (пять частей), ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000, ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93, Модели TiKIT, Модели Боэма, Модели МакКола, Модели Гецци, Модели FURPS/FURPS, Модели ISO 9126. При проведении исследования применены методы системного подхода, таксономического, факторного, вертикального и горизонтального анализа, методы сравнения, логического моделирования, квалиметрические методы, математические методы теории вероятности и статистики.

Информационной базой исследования явились материалы международных и российских конференций по предмету исследования, данные, полученные в ходе анализа и исследования деятельности компаний, реализующих разработку информационных технологий и программного обеспечения: ООО «VIA Technologies», ОАО "ЦНПО ЛЕНИНЕЦ", ООО «Смарт Архитектс», отчеты ведущих отечественных и мировых консалтинговых агентств и аналитических компаний, федеральные, региональные и муниципальные нормативные правовые акты в области управления информационными технологиями, международные и отечественные стандарты.

Обоснованность результатов исследования обеспечивается опорой на классические научные положения Всеобщего управления качеством и устойчивого развития, нормативную базу по управлению качеством; применением общепринятых методологических приемов системного моделирования, в том числе статистического, квалиметрического и логического подхода; обзором наиболее цитируемой научной литературы, а также защитой выдвигаемых положений в рамках выступлений на международных конференциях, публикацией результатов исследования в рецензируемых научных журналах, а также апробацией предлагаемых положений в деятельности предприятий, с последующим сбором и обработкой статистических данных.

Достоверность результатов исследования обеспечивается использованием надежных данных, доказательством рабочих гипотез на основе приемов агрегирования, типологии, классификации, сопровождалось содержательной интерпретацией выводов и приведением практических расчетов.

Соответствие диссертации Паспорту научной специальности. Диссертация соответствует требованиям Паспорта научной специальности 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством: п. 13 «Стандартизация и управление качеством продукции». Проведенное исследование соответствует области, указанной в пунктах п. 13.26. Методы и функции управления качеством продукции и услуг на предприятии (в организации) и средства их реализации, п. 13.14. Резервы и механизмы повышения качества продукции (услуг).

Научная новизна диссертационного исследования заключается в развитии теоретических и методических основ управления качеством разработки информационных систем, выработке и апробации методов и механизмов реализации резервов качества информационных систем. В настоящем исследовании расширены знания об инструментах и методах управления качеством разработки информационных систем за счет создания базовой модели управления качеством разработки информационных систем, дополняющей существующие отраслевые стандарты и расширяющей положения ISO 9001-2015, а также за счет выявления нового принципа разграничения ответственности внутри процессов

разработки информационных систем, базирующегося на разделении ответственности между ролями: «Руководителя проекта» и «Методолога проекта» и введении новой роли «Архитектурно-методологического комитета».

Наиболее существенные результаты исследования, обладающие научной новизной и полученные лично соискателем, заключаются в следующем:

1. Предложена базовая модель управления качеством разработки ИС для предприятий среднего бизнеса, которая расширяет существующие нормативные документы в области управления качеством информационных систем за счет внедрения метамодели, механизмов организационно-ролевой коммуникации и детализации подходов к управлению знаниями предприятия, что позволяет формализовать процессы управления качеством разработки информационных систем.

2. Предложен метод управления качеством разработки информационных систем, представляющий собой замкнутый цикл, содержащий девять укрупненных этапов работ, которые необходимо выполнять для перевода процессов разработки информационных систем из текущего состояния в целевое, при этом решая поставленные цели в области поддержания качества информационных систем.

3. Разработан механизм организационно-ролевой коммуникации для процессов разработки информационных систем, который состоит в введении новых ролей архитектурно-методологического комитета и ответственного за информационно-технологический сервис, что обеспечивает реализацию резерва повышения качества в части взаимодействия между бизнесом и информационно-технологической инфраструктурой и переход к системному управлению информационно-технологической инфраструктурой не на уровне отдельных проектов по разработке информационных систем, а на уровне предприятия в целом.

4. Разработан механизм трансформации, который состоит в использовании информационно-технологических сервисов и функциональных интерфейсов для разграничения ответственности за развитие информационно-технологической инфраструктуры и позволяет декомпозировать бизнес-цели и задачи на уровень

требований и задач автоматизации, что обеспечивает реализацию резерва в части взаимодействия бизнеса и информационно-технологической инфраструктуры при принятии решений в отношении функциональности и механизмов интеграции компонентов информационно-технологической инфраструктуры.

5. Обоснована необходимость расширения положений существующих стандартов в области управления качеством информационных систем в части введения показателей оценки качества разработки информационных систем, за счет использования двух количественных показателей для оценки качества разработки информационных систем: коэффициента загруженности и коэффициента дефектности.

Теоретическая ценность результатов исследования определяется развитием положений по управлению качеством разработки ИС, включающем: систематизацию отечественных и международных стандартов в области управления качеством ИС, выявление ключевых недостатков в существующей нормативной базе и предложение теоретически обоснованных мер по их устранению.

Также был внес вклад в расширение существующих представлений о состоянии нормативной базы в области системного подхода за счет анализа стандартов в области системного подхода и построения принципиальной схемы взаимосвязи положений в различных документах, что позволило выявить слабые места в существующей нормативной базе и сформированы предложения по их устранению.

Теоретически обосновано введение в систему управления механизма трансформации для взаимодействия бизнеса и информационно-технологической инфраструктуры, и связанного с ним механизма организационно-ролевой коммуникации исполнителя и заказчика информационной системы на базе метамоделей, которые позволили развить положения в области разграничения ответственности в системах управления качеством информационных систем.

Практическая ценность результатов исследования определяется разработкой методов, моделей и механизмов, которые позволяют предприятиям

среднего бизнес повысить качество разработки ИС, а также перейти к непрерывному системному управлению качеством разработки ИС.

Внедрение разработанной базовой модели управления качеством разработки информационных систем в логистической компании, занимающей лидирующие позиции на рынке РФ и стран СНГ, позволило повысить потенциал развития предприятия за счет появления новых предложений и инициатив по развитию ИТ-сервисов, а также обеспечило существенный рост по коэффициенту загруженности и коэффициенту дефектности. Внедрение предложенной организационно-ролевой модели в деятельность телекомпании РФ позволило обеспечить централизованное архитектурное управление проектами и процессами развития, позволяющее снизить риски при реализации отдельных проектов и программ. Применение разработанных положений позволило поддерживать непротиворечивость и целостность архитектуры компании (включая ИТ-архитектуру), что позволило снизить общую стоимость владения ИС.

Апробация научно-исследовательских результатов

Основные положения исследования рассматривались и обсуждались на International conference ICEST-2020: economic and social trends For sustainability of modern society, III Международной научно-практической конференции «Цифровая экономика и финансы», Международном форуме «Метрологическое обеспечение инновационных технологий» 04.03.2020, Восемнадцатой Международной научно-практической конференции «Управление качеством» МАИ, XXII-й Международной научной конференции «Инжиниринг предприятий и управление знаниями» (ИП&УЗ – 2019), V Санкт-петербургском международном экономическом конгрессе (СПЭК-2019) «Форсайт «Россия»: будущее технологий, экономики и человека», выставке научно-технического творчества молодёжи 17 апреля 2017 ГУАП, 68-ой международной студенческой научной конференции ГУАП, XIX Российской научной конференции Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ – 2016), 69-ой международной студенческой научной конференция ГУАП.

Публикации результатов исследования включают 12 печатных работ, общий объем которых составляет 7,31 п.л., авторских – 4,41, из них 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки, 2 статьи в изданиях, индексируемых в Web of Science.

Структура диссертации определена целью и задачами исследования. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, приложений.

Первая глава диссертационной работы посвящена исследованию ключевых принципов и подходов к управлению качеством информационных систем. Проведено обоснование целесообразности проведения разработки модели управления качеством процессов разработки информационных систем. Представлены результаты анализа ключевых тенденций развития сферы информационных технологий, и их влияние на управление качеством разработки информационных систем. Установлено, что наметился устойчивый тренд на повышение значимости ИТ и их влияния на развитие бизнеса, что приводит к ужесточению требований к качеству продуктов, услуг и процессов в сфере ИТ. При этом растущая сложность современных информационных систем требует правильного документирования и контроля, а, следовательно, и современных методов управления качеством таких систем и процессов их разработки, а также специализированных моделей, которые бы позволили детализировать и расширить существующие стандарты в области управления качеством, такие как ГОСТ Р ISO 9001:2015, ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015 и пр.

Во второй главе представлена базовая модель системы управления качеством разработки информационных систем, построенная на базовых принципах системного подхода и классических принципах управления качеством, сформулированных Демингом, Кросби, а также заложенных в основу TQM и стандарта ГОСТ Р ISO 9001 и его дополнений. Определен метод управления качеством разработки информационных систем, представлены механизм трансформации и механизм организационно-ролевой коммуникации.

В третьей главе диссертационной работы представлен комплексный показатель качества разработки ИС, построенный в соответствии с принципами

квалиметрии и современных подходов к оценке качества информационных систем. Введены и апробированы два количественных критерия: коэффициент загрузки и коэффициент дефектности, применение которых позволяет более точно оценивать качество разработки информационных систем.

ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СРЕДНЕГО БИЗНЕСА

1.1 Основные принципы и подходы к управлению качеством информационных систем

Очередная смена технологического уклада, описанная в работах Глазьева С.Ю. [20], Каку М. [41], Шваба К.Н. [96], а также в отчете Всемирного экономического форума за 2019 г. [94] и отчете агентства PwC [18], характеризуется увеличением доли роботизированных производств, развитием искусственного интеллекта и ряд других направлений, построенных на основе цифровых технологий, ставит комплексные сложные задачи перед государствами, отраслями экономики и отдельными предприятиями. Устойчивые тренды на цифровизацию, отмеченные в работах Ананьина В.И. [5] и Дрогобыцкой К.С. [28], повышают востребованность в качественных услугах в сфере информационных технологий (ИТ) и в тоже время обостряют конкуренцию.

Сфера ИТ или ИТ-рынок является частью более крупной отрасли инфокоммуникационных технологий (ИКТ), в состав которой также входят поставщики услуг связи. В сектор ИКТ входят организации, осуществляющие деятельность в сфере:

- телекоммуникаций;
- производства оборудования;
- оптовой торговли товарами, связанными с информационно-коммуникационными технологиями;
- оказания информационно-телекоммуникационных услуг [39].

Дополнительным вызовом стал кризис, затронувший различные области деятельности людей, от политики и экономики до построения отдельных домохозяйств и поведенческих привычек. В условиях нарастающего кризиса, остро встают вопросы, связанные с сокращением расходов и оптимизацией производства. Традиционной стратегией оптимизации производства может быть рассмотрена

стратегия, направленная на сокращения расходов [43]. Как правило, действия в рамках данной стратегии будут направлены в первую очередь на сокращение расходов на поддерживающие виды деятельности, одним из которых является обеспечение ИТ.

Альтернативной стратегией может стать развитие предприятий за счет расширения возможностей ИТ и выхода на новый уровень клиентского сервиса за счет цифровых технологий. В данной стратегии роль ИТ становится критически значимой для бизнеса, а потенциал специалистов, занимающихся разработкой и совершенствованием информационных систем, программного обеспечения, приложений и пр., становится ключевым драйвером развития предприятия.

Вопросы определения понятия информационной системы, информационных технологий и программного обеспечения подробно раскрыты в работах Антамошина А.Н. [6], Бодрова О.А. [9], Бородакого Ю.В. [10], Васильева Р.Б. [14], Данилин, А. [27], Когаловского М.Р. [44, 45], Фаулера М. [92], Davis, W.S. [108].

Достаточно широкое понимание информационной системы подразумевает, что её неотъемлемыми компонентами являются данные, техническое и программное обеспечение, а также персонал и организационное обеспечение [108].

В соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ. «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» информационная система – совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих её обработку информационных технологий и технических средств. При этом информационные технологии – процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов.

Вне зависимости от выбранной стратегии, предприятия из разных отраслей экономики формируют спрос на надежные и качественные решения в области ИТ, способные приносить ощутимую пользу при предоставлении продуктов и услуг конечным потребителям.

На фоне базовых стратегий, формируемых на уровне бизнеса, в сфере ИТ сформировался ряд устойчивых стратегий, которые применяют различные предприятия, и которые отмечены в работах Лазарева И.А. [54] и Пласковой Н.С. [71]. При этом важно отметить тот факт, что деятельность предприятий данной сферы оказывает все больше влияние на смежные сферы. Это повышает значимость вопроса, связанного с синхронизацией бизнеса и ИТ, что отмечается в работах Данилина А. [27], Кудрявцева Д.В. [52, 53].

Среди наиболее распространенных стратегий, которые выбирают ИТ-предприятия, можно отметить, стратегии, направленные на создание и развитие инновационных решений, которые построены на технологиях, не имеющих аналогов. Данная стратегия характерна как для крупных мировых компаний, занимающих лидирующие позиции в мире (Гугл, Амазон, и др.), так и для малых предприятий, разрабатывающих и продвигающие свои продукты.

Другая стратегия фокусирует основные усилия на операционной поддержке существующих систем, внедренных ранее, и обеспечение их бесперебойной работы. Данные стратегии характерны для предприятий сферы ИТ, имеющих крупных партнеров, которым необходимо оказывать поддержку. При этом возможны разработка и внедрение новых функций и продуктов, но основная роль отведена эффективности процессов и поддержке существующей ИТ-инфраструктуры. Данная консервативная стратегия характерна также для многих ИТ-предприятий, поддерживающих различные государственные учреждения, а также предприятий находящихся в составе групп компаний, обеспечивающих деятельность других участников группы.

Существуют стратегии, в которых происходит сочетание двух этих векторов, т.е. диверсификация производства ИС и технологий.

При реализации любой из представленных стратегий важной задачей является выстраивание процессов и методов разработки и внедрения информационных технологий и информационных систем так, чтобы обеспечить высокий уровень качества. Для этого необходимы новые подходы, модели и

методы управления качеством процессов разработки и внедрения информационных систем (ИС).

В области управления качеством используется устоявшаяся терминология. Международной организацией по стандартизации (International Organization for Standardization – ISO) качество продукции и услуг организации определяется способностью удовлетворять потребителей и преднамеренным или непреднамеренным влиянием на соответствующие заинтересованные стороны. Качество продукции и услуг включает не только выполнение функций в соответствии с назначением и их характеристики, но также воспринимаемую ценность и выгоду для потребителя.

П.С. Серенков [83] разделил все подходы к определению понятия качество на три группы:

- характеризующие качество как некоторое свойство, присущее объекту;
- характеризующие качество как некоторую количественную характеристику соответствия установленным требованиям;
- характеризующие качество как показатель удовлетворенности потребителя.

Определение понятия «качество» представлено в разных работах Горбашко, Е.А. [22, 23], Окрепилова В.В. [67, 68], но в виде ключевого тезиса необходимо отметить то, что оно базируется на взаимодействии объекта качества и потребителя. Таким образом, качество не может рассматриваться в отрыве от потребительских требований, а должно анализироваться, в первую очередь, как соответствие свойств объекта качества потребительским требованиям.

По мнению Е.А. Горбашко [23] качество представляет собой сложную категорию, которую можно рассматривать с различных позиций: философской, социальной, технической, правовой, экономической. Для достижений целей и решения задач данной диссертационной работы интерес представляют, в первую очередь, качество с экономических позиций, т.е. рассмотрение понятия качества, как результата удовлетворения потребностей потребителей. Е.А. Горбашко также отмечает, что с 1990-х годов происходит очередной этап эволюции понятия

качество, ключевой особенностью становится включение в понятие качества не только восприятие производителем удовлетворения требований потребителя, но и восприятие потребителями степени выполнения их требований. Этот тезис крайне важен с точки зрения работы с ИТ, т.к. ставит на повестку важные вопросы, которые касаются особенностей коммуникации между ИТ-специалистами (производителями) и бизнес-заказчиками (потребителями). В частности, сложности в коммуникации между ИТ-специалистами и представителями бизнес-заказчика, вызванные разным уровнем компетенций и погруженности в вопросы развития информационных технологий, приводят к проблемам с оценкой представителями бизнеса степени выполнения их требований по отношению к качеству ИТ и ИС. Таким образом, можно сделать вывод, что в данной области скрывается резерв для повышения качества разработки ИС, который должен быть рассмотрен в рамках работы.

По мнению В.В. Окрепилова «эффективная стратегия управления качеством бизнеса, нацеленная, в первую очередь, на инновационное развитие и основанная на удовлетворении требований и желаний потребителя, может стать «противоядием» при возникновении любых кризисных явлений в экономическом организме любого государства» [66]. При этом управление качеством рассматривается как задача, которая решается не на уровне отдельного предприятия, а на основе объединения усилий и взаимодействий. Но для этого необходимо обеспечить устойчивую систему управления на уровне предприятия.

В.В. Окрепилов отмечает также рост значимости интеллектуальных фондов и интеллектуального капитала [66]. Таким образом, можно сделать вывод, что знания играют решающую роль в управлении качеством и результативности предприятия. При этом для сферы ИТ это характерно в особенности. Поэтому в качестве одного из резервов качества для разработки ИС можно рассматривать вопрос отчуждаемости знаний о функциональности системы и внутренних взаимосвязях компонентов и решения проблемы сильной зависимости от конкретных специалистов.

Вопросы качества информационных систем рассмотрены в работах таких ученых как Ананьева Т.Н. [4], Башкатова Ю.И. [8], Исаев, Г.Н. [36, 37, 38], Коцюба, И.Ю. [48], Щенников А.Н. [99].

Определение качества, напрямую связанное с программным обеспечением, сформулировано Институтом инженеров по электротехнике и электронике (Institute of Electrical and Electronic Engineers – IEEE). Качество программного обеспечения – это степень, в которой оно обладает требуемой комбинацией свойств.

В контексте рассмотрения понятия «качество информационной системы» важно затронуть тему, связанную с определением «объекта качества».

Традиционно принято выделять минимум три объекта, по отношению к которым применяется термин качество [97]:

- продукция (товары народного потребления, средства производства);
- услуги (бытовые, производственные);
- процессы (работы).

При рассмотрении информационных систем можно выделить все три объекта, качество которых необходимо обеспечивать:

- информационная система, как продукт;
- процессы разработки и эксплуатации информационной системы;
- обеспечение ИТ как сервис, данный подход особенно явно проявляется в стандарте ITIL [116] и ряде других концепций и методологий, таких, как Software as a service (SaaS), Service-oriented architecture (SOA) и др.

В зависимости от объекта качества меняются свойства и показатели качества. Свойством или характеристикой называется объективная способность продукции, которая может проявляться при ее создании, эксплуатации и потреблении [56].

Другим немаловажным понятием является «показатель качества». В [56] предлагается следующая классификация показателей качества:

- по характеризующим свойствам (единичные или комплексные);
- по способу выражения (натуральные единицы, стоимостные);
- по оценке уровня качества (базовые, относительные);

- по стадии (прогнозируемые, проектные, производственные, эксплуатационные).

Ключевым недостатком представленного подхода к классификации является слабая совместимость оснований классификации, т.е. собрать 4 указанных основания в единую модель представляется сложной задачей из-за множества пересечений категорий.

Для выбранных к работе объектов (продукция, услуги и процессы) можно выделить две категории характеристик качества:

- функциональные и нефункциональные характеристики, а также особенности архитектуры ИС – внутреннее качество;
- соответствие заявленным требованиям и ожиданиям заинтересованных сторон – внешнее качество.

Согласно международному стандарту ISO 9126:2001 качество программных средств следует описывать тремя составляющими:

- внутренне качество – формируется в процессе разработки и других этапах жизненного цикла программного средства;
- внешнее качество – определяется требованиями заказчика и отражается в характеристиках конечного продукта;
- в процессе эксплуатации – представляется результативностью достижения пользовательских потребностей с учётом затрат.

Данная классификация удобна тем, что происходит разделение аспекта, связанного с требованиями к информационной системе, и аспекта, связанного с внутренней структурой и особенностями построения информационной системы. Однако представленная классификация видится неоднородной, т.к. наравне с внешним и внутренним качеством выделяется качество в процессе эксплуатации, т.е. принимается еще одно основание для классификации (этап жизненного цикла информационной системы). Данный недостаток видится существенным, поэтому одной из задач данной работы является разработка комплексной оценки качества информационных систем, которая бы содержала улучшенную модель классификации.

Качество информационной системы может быть рассмотрено в двух аспектах:

- объективный – соответствие количественным оценкам и абсолютным характеристикам. Например, показатели производительности, количество пользователей и пр., а также качественным – наличие определенных составляющих (например, режим многопользовательской работы, гибкие настройки);
- субъективный – соответствие требованиям, которые сформулированы заинтересованной стороной.

В основе данного подхода лежит один признак классификации, но в этом случае полученные группы выглядят слишком укрупненными.

Качество информационной системы также можно рассматривать в привязке к этапам жизненного цикла, т.е. качество информационной системы будет определяться по разным показателям на разных этапах:

- качество разработки ИС на этапе сбора требований и формирования концепции решения;
- качество разработки ИС на этапе проработки и реализации решения;
- качество на этапе внедрения и ввода в эксплуатацию;
- качество на этапе эксплуатации;
- качество на этапе вывода из эксплуатации;
- качество на этапе модернизации и развития.

Если рассмотреть качество информационной системы в привязке к объекту, качество которого оценивается, можно выделить минимум три аспекта:

- качество информационной системы, т.е. свойства и атрибуты, которые присущи непосредственно самой системе; сюда будут входить функциональные и нефункциональные характеристики и пр.;
- качество процессов создания, внедрения и поддержки информационной системы, т.е. свойства и атрибуты, которые присущи процессам, выполняемым на разных этапах жизненного цикла системы; сюда будут

входить такие показатели, как стоимость и сроки выполнения процессов и пр.;

- качество сервиса при поддержке информационной системы, т.е. свойства и показатели качества, которые могут быть важны на этапе эксплуатации и отражают подход – ИТ как услуга (сервис).

Обобщая представленные подходы к классификации показателей качества ИС и процессов из разработки предлагается использовать комбинированную модель, основанную на совмещении двух принципов:

1. разделение показателей по объекту качества: информационная система, как продукт, и процесс разработки информационной системы;
2. разделение показателей в зависимости от контекста: функциональные и нефункциональные метрики, а также особенности архитектуры – внутреннее качество; соответствие заявленным требованиям и ожиданиям заинтересованных сторон – внешнее качество.

Переходя к вопросам управления качеством информационных систем, необходимо отметить, что в работах Версана В.Г. [15], Мазура И.И. [56], определяются ключевые пункты, от которых зависит качество продукции:

- качество сырья и материалов;
- уровень развития науки и техники;
- прогрессивность применяемой технологии;
- организация труда и производства;
- квалификация кадров.

Все эти пункты справедливы для управления качеством информационных систем, при этом процессы разработки и внедрения ИС в данном случае являются основанием сразу для ряда пунктов, напрямую определяя организацию труда и производства, определяя требования к качеству входов («сырья и материалов», данные термины плохо применимы к ИС, однако в данной плоскости можно трактовать это, как исходный код, смежные программные разработки, поступающие на вход разработки, закупаемое оборудование и пр.). Также процессы позволяют более точно определить требования к квалификации кадров и

выстроить работу по повышению данного уровня среди сотрудников, выстраивая правила работы.

На сегодняшний день существует серия стандартов и моделей, позволяющих оценивать качество информационных систем и процессов разработки информационных систем. Но лишь часть из них концентрируется на аспектах, связанных с процессами разработки информационных систем. Опираясь на положения стандарта ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015, нужно отметить, что повышение качества процессов способствует повышению качества продукции и, как следствие, повышению качества при использовании этой продукции.

На качество программного продукта и системы влияют процессы жизненного цикла программного обеспечения, такие как процесс обработки требований к качеству, процесс проектирования и процесс тестирования.

Важный тезис в отношении качества процессов разработки и эксплуатации информационных систем зафиксирован в ISO 14598: «Повышение качества процесса способствует повышению качества продукции, а повышение качества продукции – повышению качества при использовании системы. В связи с этим оценка и улучшение процесса являются средствами повышения качества продукции, а оценка и повышение качества продукции, в свою очередь, являются одним из средств повышения качества при использовании системы. Аналогичным образом оценка качества при использовании системы может обеспечить обратную связь для улучшения продукта, а оценка продукта может обеспечить обратную связь для улучшения процесса».

Доказано, что в современных условиях около половины всех возможных резервов повышения эффективности, а значит, конкурентоспособности организации кроется в совершенствовании именно системы управления. Данный тезис приводится в работе Серенкова П.С. [Цит. по: 83] со ссылками на Друкера П. [29], Кравченко В.Ф. [50], Син Ю. [84], Субановой О.С. [88], Сухова С.В. [89]. Таким образом, ключевым фактором является несовершенство системы управления процессами разработки информационных систем.

При определении термина «управление» можно обратиться к работам в области кибернетики, где данному аспекту было уделено достаточно пристальное внимание. К ключевым функциям управления качеством можно отнести: планирование, организация, координация, контроль, совершенствование [23].

Система менеджмента качества (СМК) – это часть общей системы управления компанией, которая функционирует с целью обеспечения стабильного качества производимой продукции и оказываемых услуг.

Процессный подход – основа СМК по стандарту ИСО 9001:2015. Под процессом здесь понимается целенаправленная и устойчивая система логических и реально выполняемых мероприятий, входящих в общую систему функционирования предприятия.

Вопросы методологии моделирования процессов изложены в работах Е.А. Гобашко, В.В. Окрепилова, С.В. Рубцова [79, 115], Г.Н. Калянова [42], В.В. Репина, В.Г. Елиферова [76, 77], В. Ивлева, М. Каменновой, Т. Поповой [33], П.М. Елизарова, А.И. Яцкевича [31], В.С. Егорова [30], Притыкина Д.А. [73], Тупкало В.Н. [91] и др.

Процессы СМК могут быть классифицированы по видам деятельности [101]:

- процессы управленческой деятельности (процессы менеджмента);
- основные процессы (процессы жизненного цикла продукции);
- поддерживающие процессы.

Основная концепция современных СМК заключается в том, что «качество конечной продукции определяется качеством процессов. Менеджмент качества в рамках системы качества сводится, таким образом, к руководству сетью процессов организации, которые прямо (основные процессы) или косвенно (вспомогательные) формируют качество конечной продукции. В этом состоит системный подход к менеджменту качества, который, в свою очередь, определяет основу конкурентоспособности организации» [83].

Основные и поддерживающие процессы в сфере ИТ могут быть выстроены в соответствии с разными методологиями и подходами, например, каскадной моделью «waterfall» или гибкими agile-методологиями, например, Scrum или

Kanban, подробно про эти методологии описано в работах Алва Т. [3], Коэна Э. [49], Boehm В. [106].

При реализации любого из данных подходов приходится работать с увеличивающейся сложностью системы и изменчивости окружающей среды. При этом увеличение сложности разрабатываемых систем, и, как следствие, невозможность удержания целостной картины о функциональности системы и взаимосвязей компонентов одним специалистом или узкой группой специалистов, следует рассматривать, как один из резервов, реализация которого может позволить улучшить качество основных и производственных процессов и предприятия сферы ИТ в целом.

Немаловажным при выстраивании процессов является тот факт, что отсутствие сквозной интеграции между специалистами разных функций (аналитики, программисты, тестировщики и пр.) может привести к потерям в качестве и, следовательно, может быть рассмотрено в качестве резерва.

Таким образом, подходов к выстраиванию основных и поддерживающих процессов в сфере ИТ достаточно много, что позволяет предприятиям выбирать подходящий для их ситуации. Однако, вопрос выбора подходящей методологии и ее своевременная адаптация под изменения окружающей среды лежит в плоскости управленческих процессов.

При этом аспект, связанный с методами построения управленческих процессов в сфере ИТ, раскрыт недостаточно, данному вопросу посвящены работы: Ананьевой Т.Н. [4], Исаева Г.Н. [36, 37, 38], но представленные решения сконцентрированы на теоретической части, что затрудняет их практическое применение.

В области разработки «универсальных» моделей СМК проделано достаточно много работы. При этом сформированные модели могут быть использованы в качестве основы для разработки моделей управления качеством информационных систем и процессов из разработки. Интерес в контексте данного исследования представляют следующие модели:

- совокупность стандартов: ГОСТ ИСО 9001:2015, ГОСТ ИСО 9000:2015 и основанного на них ГОСТ Р ИСО 9004:2019;
- подход к выстраиванию систем менеджмента качества - Храм качества McKinsey [12];
- модель, представленная в серии ГОСТ 24525.0 – 24525.5.

В работе Серенкова П.С. [83] целевая система менеджмента качества состоит из следующих ключевых компонентов:

- процессы;
- структура (ответственность и владельцы)
- ресурсы (бюджеты и источники финансирования);
- материалы (методики и пр. методологическое обеспечение).

В стандартах ГОСТ ИСО 9001:2015, ГОСТ ИСО 9000:2015 и основанного на них ГОСТ Р ИСО 9004:2019 представлена общая модель системы менеджмента качества и базовые принципы ее построения. Предлагаемая модель базируется на процессном подходе и цикле Деминга (PDCA). Важной особенностью стандарта является возможность его применения для любых предприятия, независимо от их размера и специфики деятельности. Это, с одной стороны, является преимуществом, но также определяет особенности модели, которые заключаются в высоком уровне абстракции и невозможности учитывать нюансы той или иной сферы деятельности предприятия (например, сферы ИТ) и размера предприятия (например, средний бизнес). Очевидно, что базовые принципы и основы модели СМК могут быть общими, но для повышения практической применимости описанных в ISO положений могут быть разработаны специализированные детализирующие модели, учитывающие положения базовых стандартов, но вносящие отраслевую специфику и особенности, важные для предприятий определенного размера.

В [98] подробно разбирается аспект внедрения СМК, связанный с управлением персоналом. При этом большой акцент делается на процессной составляющей. Необходимо заметить, что разработка коммуникационных схем, и

моделей взаимодействия между ролями в СМК являются также немаловажными, но не столь очевидной и проработанной задачей.

Одним из условий внедрения СМК называется: коммуникации и командная работа. «Необходимо создать условия для разрушения организационных персональных барьеров; необходимо доверие. Данное условие может быть выполнено, при достаточном уровне проработанности организационно-ролевой модели управления качеством» [98].

В основу модели управления качеством информационных систем и процессов их разработки должны быть заложены принципы и задачи, решаемые в рамках стандартизации. В соответствии с законом РФ «О техническом регулировании» стандартизация определена как деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышение конкурентоспособности продукции, работ или услуг.

В соответствии с определением Международной организации по стандартизации (International Organization for Standardization – ISO) под стандартизацией понимается деятельность, направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области посредством установления положений для всеобщего и многократного использования в отношении реально существующих или потенциальных задач.

Стандартизация выполняет три основные социально значимые функции:

- упорядочивание объектов (продукции, работ, услуг, процессов);
- закрепление в нормативных документах (НД) оптимальных требований к упорядоченным объектам;
- установление правил применения НД.

Стандартизация преследует следующие цели:

- взаимозаменяемость (использование одного изделия, услуги или процесса как субститута другого объекта для выполнения одних и тех же требований);
- совместимость;

- унификацию (приведение к единообразию);
- безопасность, в том числе экологическая;
- конкурентоспособность;
- эффективность.

Таким образом, применение методов из области стандартизации является обязательным условием при построении модели управления качеством информационных систем и процессов их разработки.

Другим значимым аспектом управления качеством является – оценка качества.

Подходы к количественной оценке качества продукции определяет специальная наука – квалиметрия, наука о способах измерения и количественной оценке качества продукции и услуг.

Предмет науки о качестве сформулирован в работах Азгальдова Г.Г. [1], Варжапетяна А.Г. [13], Гличева А.В. [21], Недбай А.А. [63], Райхмана Э.П. [74, 75], основные термины зафиксированы в государственных стандартах и документе, который получил название «Методические указания по определению уровня качества промышленной продукции серийного производства» [1].

Таким образом, при разработке модели управления качеством информационных систем и процессов их разработки должны быть применены квалиметрические методы, которые позволят оценить результативность спроектированной и внедренной модели.

Управление качеством информационных систем и построение системы менеджмента качества на предприятиях сферы ИТ является комплексной сложной задачей, требующей применения современных методов из области стандартизации, квалиметрии, универсальных методов управления качеством и др.

При этом важно отметить, что на текущий момент аспект, связанный с моделями управления качеством в сфере ИТ раскрыт недостаточно, несмотря на то, что данному вопросу посвящен ряд исследований. Для управления качеством информационных систем и процессов их разработки необходимо пересмотреть подход к построению систем управления качеством информационных систем.

Необходимо провести разработку практикоориентированных моделей и методов для управления качеством информационных систем и процессов их разработки, а также установить их результативность.

Для решения обозначенных задач требуется провести детальный анализ особенностей функционирования предприятий сферы ИТ с целью выявления потенциальных проблем, которые могут быть решены с помощью инновационных моделей и подходов к управлению качеством ИС. Также необходимо отметить, что управление качеством разработки ИС является частным случаем общего процесса управления качеством на предприятии и регулируется стандартом ISO 9001:2015 и его дополнениями. Однако, важной задачей на пути практического применения заявляемых принципов и подходов к управлению качеством является разработка специализированных методов и моделей, которые позволили бы внести уточнения в существующие модели и учесть специфику предприятий среднего бизнеса сферы ИТ.

1.2 Влияние тенденций в сфере информационных технологий на управление качеством разработки информационных систем

Одной из ключевых тенденций, оказывающих влияние на процессы управления качеством разработки информационных систем, является общее повышение значимости ИТ и их влияние на развитие бизнеса. Это приводит к ужесточению требований к качеству продуктов, услуги и процессов в сфере ИТ.

В ноябре 2019 года международная исследовательская и консалтинговая компания IDC представила 10 прогнозов развития ИТ-индустрии в 2020 году. Среди наиболее интересных можно отметить то, что по мнению авторов отчета «компании спешат к инновациям», а именно, к 2023 году более 50% всех расходов на ИКТ пойдет на цифровую трансформацию и инновации (для сравнения, в 2018 году эта доля составила 27%).

Еще один интересный прогноз IDC был назван «Цифровые инновационные заводы». Его суть заключается в том, что к 2025 году почти две трети предприятий

станут производителями программного обеспечения. Более 90% приложений станут облачными, 80% кода будут поступать из внешних источников, а разработчиков будет в 1,6 раза больше, чем сегодня. Лидерам бизнеса рекомендуется вложить средства в системы автоматизации и начать взаимодействовать с сообществами программного обеспечения с открытым исходным кодом. Следует добавить, что компания Gartner в 2019 году заявила еще об одной тенденции, дополняющей прогноз IDC, а именно: «Демократизация ИТ». Суть данного прогноза заключается в том, визуальный подход к разработке приложений на основе максимального использования готовых модулей позволяет разработчикам любых уровней квалификации создавать веб- и мобильные приложения с минимальным опытом программирования. Таким образом, доступность ИТ для широкого круга предприятий будет повышаться.

Также IDC прогнозируют «Бум промышленных приложений»: к 2023 году более 500 млн цифровых приложений и служб будут разработаны и развернуты с использованием облачных технологий. Большинство из них будут нацелены на отраслевую промышленность. По мере появления новых приложений и сервисов будут формироваться новые минимальные конкурентные требования в каждой отрасли.

Стоит отметить, что помимо демократизации ИТ, Gartner отмечает такое направление как «Демократизация знаний». Демократизация должна предоставить пользователям доступ к техническим знаниям (например, к машинному обучению, разработке приложений) или знаниям в области бизнеса (например, по процессу продаж, экономическому анализу) через радикально упрощенный опыт, который не требует глубокого и дорогостоящего обучения. Благодаря этому люди, не являющиеся ИТ-специалистами, смогут использовать специализированные инструменты и системы в своей работе. Ожидается, что к 2023 году вперед выйдут четыре ключевых аспекта демократизации, включая демократизацию работы с данными и аналитики, демократизацию разработки приложений, демократизацию дизайна и демократизацию знаний».

При реализации описанных прогнозов можно будет ожидать еще большего распространения ИТ, но в тоже время роста требований к системам управления качеством ИТ.

Значительное влияние на процессы управления качеством разработки информационных систем могут оказать такие направления в ИТ как роботизация производств, «Интернет вещей» и высокоскоростной интернет. Развитие данных технологий приведет к тому, что участие человека в процессах будет сокращаться, при этом ответственность, возлагаемая на информационные системы и их разработчиков будет увеличиваться. По прогнозам Gartner, сделанным в 2017 году, через 3 года технологии интернета вещей проникнут в 95% электронных устройств. Системы мониторинга, умные датчики и счетчики, а также облачные системы станут более доступными, и у потребителей проснется интерес к IoT («Интернет вещей»).

Одним из последствий развития данных технологий является кардинальный передел рынка труда, происходящий по причине того, что многие профессии автоматизируются, из-за чего люди вынуждены переобучаться и искать новую работу. Таким образом на разработчиков информационных систем и технологий накладывается определенный груз социальной ответственности.

По прогнозам исследовательской компании Forrester, опубликованным в конце октября 2019 года, автоматизация изменит структуру рынка рабочей силы. Аналитики считают, что автоматизация изменит структуру рынка труда и поднимет глобальные экономические проблемы распределения доходов и стагнации заработной платы. В 2020 году автоматизация позволит заменить роботами более миллиона рабочих мест. Однако количество рабочих мест, требующих наличия интуиции, эмпатии, а также физической ловкости и гибкого ума, вырастет на 331 500 единиц. Выходит, что одни только колл-центры сократят персонал на 40% за счет автоматизации, однако оставшиеся работники станут более квалифицированными и более высокооплачиваемыми. К сожалению, далеко не все компании пытаются подготовить сотрудников к новой работе в будущем, и такое отношение может обернуться катастрофой.

Повышается значение сквозных технологии и междисциплинарных исследований, что требует обновления существующих методов и моделей управления качеством разработки информационных систем. По версии Gartner: «К 2020 году начнется процесс «самоподрыва» крупнейших ИТ-компаний. Как минимум 5 из 7 технологических гигантов начнут по собственной инициативе менять формат своей деятельности. Это касается как американских корпораций Facebook, Apple, Amazon и Google, так и китайских Alibaba, Baidu и Tencent. Влияние компаний станет настолько огромным, что им будет все сложнее создавать новые сценарии извлечения прибыли. Чтобы опережать потенциальных конкурентов, корпорациям придется «подрывать» собственные рынки и менять правила игры со всеми сопутствующими рисками». Уже сегодня мы наблюдаем за тем, как размываются границы между сферами бизнеса. Сфера ИТ перестает быть только сферой ИТ, она распространяется значительно шире, привнося в другие сферы новые технологии, меняя бизнес-модели.

Во многих ИТ-компаниях отмечается рост количества запросов на разработку новых или улучшение существующих информационных систем, а также увеличение сложности проектов. Это проявляется в широте охвата затрагиваемых в проектах бизнес-процессов и аспектов деятельности предприятия, увеличении количества заинтересованных сторон проекта и расширении их областей интереса, а также в усложнении применяемых технологий. Все это обостряет проблемы, которые существуют во взаимодействии ИТ-компаний, которые являются исполнителями, оказывая услуги по автоматизации деятельности, и предприятий-заказчиков, которые формируют требования, оплачивают услуги и в последствии эксплуатируют разработанные в рамках проекта системы.

К одной из ключевых проблем можно отнести несоответствие, а зачастую противоречия между терминами и объектами управления, выделенными на стороне заказчика и поставщика. Это сказывается на уровне качества всех этапов создания информационной системы, начиная со сбора требований и заканчивая поддержкой после внедрения с последующей модернизацией или выводом из эксплуатации.

Одной из тенденций, отмеченной Gartner в октябре 2019, является «Гиперавтоматизация». «Гиперавтоматизация – это комплексное применение машинного обучения, готового ПО и средств автоматизации для выполнения какой-либо работы. Гиперавтоматизация подразумевает не только широкий ассортимент инструментов, но и усложнение всех этапов самой автоматизации. Точная оценка и координация автоматизированных механизмов является основным направлением гиперавтоматизации».

Очень важной особенностью, которая должна быть учтена при управлении качеством разработки информационных систем, является ориентация на гибкость и адаптивность ИТ. Так по версии исследовательской компании Forrester рынок технологий в 2020 году будет подвержен такой тенденции, как «Интегрированный, адаптивный подход к ИТ» Технологические инновации повышают значение ИТ для бизнеса, однако для разумного использования новых возможностей компаниям придется пройти реорганизацию. Предполагается, что в будущем фирмы будут ориентироваться на адаптивный подход к ИТ, который позволит легко интегрировать новые технологии и трансформировать их под действием меняющихся приоритетов.

В определенной степени на управление качеством разработки информационных систем может оказать развитие технологии «Цифровые двойники», в частности попытки построения и использования цифровых двойников предприятий.

Компания Gartner в апреле 2019 опубликовала материалы, в которых «Цифровые двойники» были названы в качестве одной из ключевых технологий ближайшего будущего. «Цифровой двойник – это цифровое отражение реального объекта, процесса или системы. Отдельные цифровые двойники могут взаимодействовать друг с другом, образуя более сложные и крупные системы. В основном они применяются в интернете вещей: обеспечивают мониторинг технического состояния, указывают на возможные пути повышения эффективности и используются для разработки новых технологий и услуг.

Предполагается, что следующим шагом станут цифровые двойники целых компаний».

Среди тенденций, характерных для отечественного сегмента сферы ИТ, можно отметить импортозамещение. Актуальной задачей на сегодняшний день является создание и развитие отечественного программного обеспечения, которое позволяло бы создавать надежную базу для новых бизнес-моделей предприятия и осуществления цифровой трансформации. В контексте данной задачи сохраняется потребность в разработке современных моделей и подходов к оценке и обеспечению качества информационных систем и процессов их разработки.

В исследовании трендов в области развития ИТ-сферы, подготовленном TAdviser в 2019 году, выделено несколько важных направлений:

- ликвидация границ между ИТ и бизнесом. Граница между ИТ и бизнесом в enterprise-ИТ окончательно стерлась; заказчик ожидает от исполнителя не просто работоспособности оборудования или ПО, а работоспособности всей бизнес-функции, будь то выдача кредитов в банке или покупки в онлайн-магазине [40];
- ускорение ИТ-разработок; еще один тренд связан с существенным возрастанием требований к эффективности ИТ-проектов, к резкому повышению скорости и качества ИТ-разработки; срок вывода продукта к клиенту уже часто составляет не 12 месяцев, а существенно более короткий период; добиться этого можно только с применением наработанных решений и современных технологических платформ [40].

Наиболее заметным трендом отечественного рынка ИТ-услуг в 2018 году аналитики [40] называют усиление присутствия инсорсинговых ИТ-компаний, все чаще получающих крупные проекты, которые могли бы осуществить традиционные поставщики ИТ-услуг. Такие гиганты как «Роснефть», Сбербанк, «Лукойл», «Газпром нефть», МТС, РЖД, «Росатом» и «Транснефть» сконцентрировались на развитии внутренних ИТ-компетенций, что может стать серьезным сдерживающим фактором развития российского рынка ИТ-услуг в среднесрочной перспективе.

На фоне резко усиливающегося влияния ИТ на многие сферы бизнеса, а также повсеместного их распространения, можно выделить ряд ключевых тенденций, характеризующих современное развитие ИТ-сферы:

- общий рост значимости ИТ и значительное расширение данной сферы;
- роботизация производств, «Интернет вещей» и высокоскоростной интернет. Снижение участия человека в процессах, автоматизированных с помощью современных информационных систем;
- повышается значение сквозных технологии и междисциплинарных исследований, что требует обновления существующих методов и моделей управления качеством разработки информационных систем;
- экспоненциально растущая сложность современных информационных систем требует правильного документирования и контроля, а, следовательно, и современных методов управления качеством таких систем и процессов из разработки;
- ориентация на гибкость и адаптивность ИТ;
- цифровые двойники в основе принятия управленческих решений и моделирование деятельности предприятий.

1.3 Особенности функционирования предприятий среднего бизнеса сферы информационных технологий

Деятельность предприятий среднего бизнеса в первую очередь регламентируются Федеральным законом от 24.07.2007 года № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации».

Вопросы анализа функционирования предприятий среднего бизнеса рассматривались в большом количестве работ, достаточно детальный анализ различных подходов к анализу деятельности предприятий малого бизнеса приведен в работах Вилисовой А.В. [16], Коготова В.В. [46].

Опираясь на классификацию, приведенную в [16], к предприятиям среднего бизнеса можно отнести предприятия, штат которых не менее 50 сотрудников, но не

превышает 250. При этом оборот не превышает 50 млн. евро или общий баланс не более 43 млн. евро.

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2007 года № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» численность сотрудников предприятия среднего бизнеса находится в диапазоне от 101 до 250 человек.

Предприятия среднего бизнеса в сфере ИТ приобрели ряд особенностей. В сфере ИТ существует очень большое количество предприятий малого бизнеса и микро-предприятий, работа которых детально разобрана в работах [86]. Ряд данных предприятий обладает потенциалом для развития и становления отечественными и мировыми лидерами. Но данный рост не всегда происходит управляемо, а зачастую приводит к прекращению существования предприятия. При этом проводится много исследований [86], направленных на поиски причин неудач, большинство из которых сконцентрировано в области малого предпринимательства. Несмотря на это причинами неудач многих малых предприятий может являться «кризис роста», преодолеть который возможно за счет выстраивания метода и моделей работы предприятий на следующем этапе развития, т.к. тогда, когда они переходят в категорию предприятия среднего бизнеса. Именно поэтому тема, связанная с выработкой моделей и методов управления качеством информационных систем и процессов их разработки для предприятий среднего бизнеса, является актуальной и важной.

В [16] представлен метод перевода малых предприятий на инновационный путь развития. Описан алгоритм и расписаны действия, необходимые для того, чтобы малое предприятие перешло в категорию инновационного. Но не учтена необходимость выработки методов и методологий, которые могут быть применены предприятиями после перехода в категорию средних инновационных предприятий.

Проводя сравнение предприятий среднего бизнеса сферы ИТ с малыми предприятиями следует отметить ряд ключевых преимуществ:

- относительная стабильность (возможность планировать развитие в долгосрочной перспективе) по сравнению с малыми предприятиями;

- наличие ресурсов (в т.ч. репутационных), достаточных для получения и выполнения крупных самостоятельных проектов;
- рост источников для накопления опыта и знаний из различных проектов, выполняемых параллельно.

Если сравнивать предприятия среднего бизнеса с крупными компаниями к преимуществу первых можно отнести меньший цикл применения изменений и трансформаций (в первую очередь за счет масштаба компании).

К недостаткам предприятий среднего бизнеса в сравнении с малыми предприятиями можно отнести снижающийся уровень адаптивности, т.к. реакция на изменения снижается по мере роста компании.

Проводя сравнение с крупными предприятиями, можно сказать, что предприятия среднего бизнеса обладают значительно меньшим уровнем управляемости. Это вызвано, в первую очередь, с тем, что многие предприятия среднего бизнеса, переходя из категории малых предприятий, не сразу формируют устойчивые системы управления.

В параграфе 1.1 был приведен ряд стратегий, которые на сегодняшний день популярны среди предприятий сферы ИТ. Определенную стратегию из данного списка нельзя сопоставить со спецификой деятельности предприятия среднего бизнеса. Зачастую такие предприятия выбирают стратегию исходя из множества внутренних и внешних факторов, при этом можно встретить предприятия среднего бизнеса применяющие разные стратегии из описанных ранее. Однако можно отметить, что деятельность предприятий среднего бизнеса может быть отнесена к определенной бизнес-модели [16]:

- продуктовая модель;
- аутсорсинговая модель;
- консалтинговая модель.

Среди прочего стоит выделить в отдельную категорию ИТ-отделы крупных не ИТ-фирм, т.к. их роль и влияние на результативность бизнеса резко увеличилась.

Развитие современных цифровых технологий и вектор развития страны в сторону цифровизации, который проявляется в реализации программы «Цифровая

экономика» (Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации») и «Национальная технологическая инициатива», ставит перед компаниями, занимающимися разработкой и поддержкой информационных систем, новые вызовы и задачи. Если рассмотреть деятельность компаний, для которых разработка и поддержание информационных систем является многократно повторяющимся процессом, напоминающим конвейер, нужно отметить, что ключевой задачей является необходимость отслеживать и повышать качество процессов разработки информационных систем. Требуется реализация целого комплекса мер, направленных на оптимизацию процессов разработки, начиная с целостного системного документирования и заканчивая проверкой гипотез на имитационных моделях автоматизации процессов компаний и полноценном анализе непротиворечивости требований и последствий их реализации.

Принимая во внимания выбранный вектор стоит отметить, что количество малых предприятий будет расти, что неизбежно приведет к «проблемам роста» у большого количества предприятий. Стоит заблаговременно позаботиться о том, чтобы выработать и апробировать проверенные практикоориентированные модели и методы управления качеством для предприятий среднего бизнеса сферы ИТ.

Важно отметить, что многие предприятия сферы ИТ на практике сталкиваются с ситуациями, когда несистемное управление и хаотичность процессов, приводит к проблемам снижения качества предоставляемых ИТ-услуг. Данные проблемы особенно характерны для предприятий, реализующих аутсорсинговую модель.

Разработка методов и моделей управления качеством, ориентированных на предприятия среднего бизнеса, является важной и актуальной задачей, по ряду причин:

А. Многие малые предприятия не могут справиться с кризисом роста и перейти к стабильному развитию, что вызвано, в первую очередь, нехваткой проверенных методов и моделей управления на следующем уровне развития.

Б. Существующие предприятия среднего бизнеса в сфере ИТ сталкиваются с проблемой снижения качества предоставляемых услуг, вызванных различными факторами, среди которых можно отметить:

- функциональное разделение деятельности по направлениям: аналитика, разработка, тестирование, эксплуатация и пр.;
- отсутствие единого понимания сквозного процесса разработки информационных систем; каждый проект проходит по уникальной схеме; опыт предыдущих проектов, в большинстве случаев, не используется или используется очень ограниченно;
- спецификация по разработанным решениям ведется разрозненно в свободном формате; из-за отсутствия формализованного подхода к описанию выбранного решения, последующее их использование невозможно или затруднено;
- процесс содержит большое количество операций по согласованию; при этом согласование выполняется долго из-за отсутствия типовой системы документирования, а также разночтений в части терминологии.

Таким образом, было установлено, что управление качеством разработки ИС на предприятиях среднего бизнеса является важной и актуальной задачей, обусловленной ростом значимости ИТ, с одной стороны, и увеличивающимся спросом на рабочие модели управления качеством среди предприятий среднего бизнеса, с другой стороны. Для решения данных задач могут быть использованы существующие модели управления качеством (в т.ч. ISO 9001), но они должны быть дополнены отраслевой спецификой для ИТ сферы и содержать достаточный уровень детализации, чтобы можно было организовать их применение на предприятия среднего бизнеса.

1.4 Сравнительный анализ методов и моделей управления качеством разработки информационных систем

В литературе и международных стандартах встречаются различные модели и подходы к оценке качества информационных систем и процессов их разработки.

Среди основных необходимо отметить следующие:

- модель Боэма [107] – фокус на характеристиках качества, которые относятся к внутреннему и внешнему качеству информационной системы;
- модель МакКола [122]– фокус на характеристиках качества, которые относятся к внутреннему и внешнему качеству информационной системы;
- модель Гецци [112] – фокус на характеристиках качества, которые относятся к внутреннему и внешнему качеству информационной системы;
- модель FURPS/FURPS [113]– фокус на характеристиках качества, которые относятся к внутреннему и внешнему качеству информационной системы;
- модель ISO/IEC 25000:2014 [ISO/IEC 25000:2014] «Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Guide to SQuaRE» – фокус на характеристиках качества, которые относятся к внутреннему и внешнему качеству процессов разработки, внедрения и эксплуатации информационной системы;
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015. Информационные технологии. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Модели качества систем и программных продуктов. – отечественный аналог ISO/IEC 25000:2014;
- модель ISO 9126 (ISO/IEC 14598);
- модель TikIT [93] – фокус на характеристиках качества, которые относятся к внутреннему и внешнему качеству процессов разработки, внедрения и эксплуатации информационной системы;
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504 (пять частей) – фокус на характеристиках качества, которые относятся к внутреннему и внешнему качеству процессов разработки, внедрения и эксплуатации информационной системы.

Начать сравнение можно с общей базовой модели, описанной стандартах ГОСТ ИСО 9001:2015, ГОСТ ИСО 9000:2015 и основанного на них ГОСТ Р ИСО 9004:2019. Важно отметить, что сам по себе стандарт не дает ответы на любые вопросы, с которыми сталкивается предприятие, закладывая лишь базис для эффективной и результативной СМК. В рамках совершенствования существующей модели была выдвинута и проверена гипотеза о возможности формирования расширенной модели, которая была бы основана на принципах ISO, но имела бы детализацию по ряду элементов, что позволило бы повысить ее применимость на предприятиях среднего бизнеса сферы ИТ.

В частности, для предприятий сферы ИТ наибольшее значение имеют такие элементы, как:

- ресурсное обеспечение знаниями, а также процессов их накопления и использования;
- коммуникации между сотрудниками внутри команды разработки ИС и с внешними ЗС;
- управление качеством принимаемых решений в части создания и развития ИС и архитектурно-методологический аспект.

В контексте выявления резервов и механизмов повышения качества ИС важно отметить, что текущее (базовое) состояние предприятий, работающих в сфере ИТ, характеризуется наличием ряда проблем, связанных со множеством факторов, к которым относится отсутствие формализованного подхода к управлению процессами разработки информационных систем, который включал бы в себя замкнутый цикл их непрерывного совершенствования, а также учитывал специфику области, связанной с разработкой информационных систем, и позволял бы решить существующие проблемы;

Таким образом, можно сделать вывод о том, что положения стандартов ISO 9000 должны быть использованы при выработке решений и создании модели управления качеством разработки ИС для предприятий среднего бизнеса, но могут быть расширены и дополнены соответствующими специфическими элементами, свойственными сфере ИТ.

Стоит отметить что данные работы во многом посвящены анализу с позиций «информационная система – объект управления качеством», но нельзя упускать аспект, рассматривающий в качестве объекта управления качеством процессы разработки информационных систем. Несколько принципиальных особенностей представлено ниже.

Опираясь на положения стандарта ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015, нужно отметить, что повышение качества процессов способствует повышению качества продукции и, как следствие, повышению качества при использовании этой продукции.

Важным положением стандарта ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015 можно считать следующее: «на качество программного продукта и системы влияют процессы жизненного цикла программного обеспечения, такие как процесс обработки требований к качеству, процесс проектирования и процесс тестирования».

Также стандарт ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015 содержит концептуальную схему управления качеством программных продуктов, из которой следует, что качество процессов разработки программных продуктов играет немаловажную роль в формировании уровня качества продукции в целом.

Ниже представлены результаты анализа ключевых стандартов в области управления качеством процессов разработки информационных систем, среди которых нужно выделить следующие:

- серия стандартов ГОСТ Р ИСО/МЭК 250xx
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504 (пять частей)
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93
- модель TiKIT [93].

Рассматривая стандарты серии ГОСТ Р ИСО/МЭК 250xx, нужно отметить, что в них заложена сильная база, задающая рамку работам в области управления качеством программной продукции в целом. Стандарты данной серии опираются на принципы стандартов в области управления качеством ISO 9000 с одной

стороны, и принципы системной инженерии в виде стандартов ИСО/МЭК 12207 и ИСО/МЭК 15288 с другой. Серия 250xx детально раскрывает множество аспектов, связанных с управлением качеством программных продуктов и отмечает значимость таких ключевых составляющих как:

- качество системы (программного продукта);
- качество при использовании;
- качество данных;
- качество процессов.

При этом производится разделение характеристик качества программного продукта на внутреннюю и внешнюю составляющую.

К ключевым недостаткам стандартов серии ГОСТ Р ИСО/МЭК 250xx нужно отнести недостаточную проработанность составляющей, описывающей качество процессов. В стандартах не приведены рекомендации по характеристикам процессов, не предлагается справочная модель процессов разработки программного продукта, предлагается руководствоваться типовым жизненным циклом, представленном в ИСО/МЭК 12207, но представленная там модель ЖЦ слишком верхнеуровневая и ее недостаточно для работы с детальными показателями качества.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504 (пять частей) может эффективно дополнить серию стандартов ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015 в части детализированного подхода к оценке качества процессов разработки программной продукции и предоставить детальную базовую модель процессов разработки программной продукции.

В стандарте ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-2 предложена модель оценки процессов разработки программной продукции по уровням зрелости в соответствии с концепцией СММІ [133], с выделением ключевых атрибутов качества на каждом уровне.

В стандарте ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-5 продолжены идеи оценки процессов в контексте уровней зрелости, но дополнительно введены детальные параметры, на которые нужно обращать внимание экспертам при оценке качества того или иного

процесса. Также в стандарте приведена подробная модель процессов разработки программных средств.

Ключевым недостатком стандартов ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504 (пять частей) является их сложность и большой объем, что не позволяет использовать данные стандарты на практике, вынуждая компании затрачивать большие ресурсы на адаптацию представленной базовой модели процессов к ее особенностям. Этот недостаток также отмечается экспертами [58].

Ещё одним авторитетным и признанным в международном сообществе стандартом является британский стандарт TickIT [93], который четко определяет подходы к аудиту процессов и оценке качества и является обобщением целого ряда стандартов, в т.ч. ИСО 15504. Но он также не лишён недостатков, одни из которых характеризуются низкой степенью проработанности количественных методов к оценке и фокусировкой на качественных параметрах и экспертных методах, также, как и стандарты ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504 (пять частей) [93].

TickIT, также как и ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504, базируется на основе модели жизненного цикла, представленного в ИСО/МЭК 12207. Помимо этого, TickIT содержит подробное описание подхода к работе с экспертами в рамках оценки процессов разработки программных продуктов.

Модели, который фокусируются на оценке качества процессов разработки информационных систем, обладают общим недостатком, заключающемся в дефиците количественных характеристик, описывающих качество процессов разработки информационных систем, что наглядно видно на рисунке 2.

Наравне с моделями качества целесообразно выделить ряд источников, описывающих отдельные характеристики качества процессов разработки, эксплуатации и внедрения информационных систем.

В [60] представлена методика оценки трудоемкости и стоимости проектов по разработке информационных систем. На основе данного материала можно сделать вывод, что при оценке качества процессов разработки программных продуктов важно учитывать такие факторы, как трудоемкость и сложность проекта в целом и программного продукта в части.

В [69] приведен подход к оценке качества ПО/ИС «от дефектов». В нем ключевую роль занимают параметры, описывающие не то, насколько хорошо, работает ПО (его сильные стороны), а то, насколько часто ПО дает сбои (слабые стороны).

Результаты проведенного анализа существующих методов и моделей управления качеством информационных систем свидетельствуют о том, что большинство моделей сфокусировано на качестве ИС, но не на качестве процессов их разработки. Как было сказано выше, процессы разработки информационных систем являются полноценным объектом качества и требуют современных моделей и методов управления.

Еще одним важным выводом, сделанным по итогам обзора и сравнения методов и моделей управления качеством информационных систем и процессов их разработки, является то, что представленные методы и модели делают акцент на качественных показателях качества, количественных показателей значительно меньше. Наиболее ярко данная особенность проявляется, когда речь идет о методах и моделях управления качеством процессов разработки информационных систем.

Выводы по главе 1

Первая глава диссертационной работы посвящена исследованию ключевых принципов и подходов к управлению качеством информационных систем. В частности, в работе определено, что качество информационной системы может быть рассмотрено, как совокупность трех компонентов:

- информационная система, как продукт;
- процессы разработки и эксплуатации информационной системы;
- ИТ как сервис или услуга.

Проведенный анализ литературы в области управления качеством информационных систем показал, что качество процессов разработки информационных систем является важным аспектом, который напрямую влияет на удовлетворение потребностей и ожиданий конечных потребителей информационной системы и других заинтересованных сторон.

Доказано, что в существующих методиках и подходах к управлению качеством информационных систем вопросам управления качеством процессов разработки уделено недостаточное внимание. Существующие модели имеют ряд особенностей, которые ограничивают их широкое практическое применение. Среди таких особенностей можно отметить: высокую сложность и излишнюю универсальность.

Было доказано, что для решения задач управления качеством ИС могут быть использованы существующие модели управления качеством (в т.ч. ISO 9001), но они должны быть дополнены отраслевой спецификой для ИТ сферы и содержать достаточный уровень детализации, чтобы можно было организовать их применение на предприятия среднего бизнеса.

Проведено обоснование целесообразности проведения исследования и разработки модели управления качеством процессов разработки информационных систем. При этом данная модель должна быть ориентирована на предприятия среднего бизнеса сферы ИТ. Но, учитывая тенденции в сфере ИТ, выявленные в параграфе 1.2, в частности, увеличение количества предприятий, не относящихся к сфере ИТ, но начинающих разработки и создания ИС, можно сделать вывод о том, разработанная модель может быть применена на предприятиях среднего бизнеса, относящихся не только к сфере ИТ.

В материалах первой главы сфера информационных технологий определена, как часть более крупной отрасли инфокоммуникационных технологий (ИКТ, ICT), в состав которой также входят поставщики услуг связи.

Анализ методов и моделей управления качеством разработки информационных систем привел к необходимости создания комплексной оценки качества разработки информационных систем, которая позволила бы связать в единую систему разрозненные показатели качества, представленные в различных моделях и стандартах.

Также был выявлен ряд проблемных зон, в которых сосредоточены резервы повышения качества разработки ИС, а именно:

- отсутствие формализованного подхода к управлению процессами разработки информационных систем;
- отсутствие сквозной интеграции между специалистами разных функций (аналитики, программисты, тестировщики и пр.);
- сложности в коммуникации между ИТ-специалистами и представителями бизнес-заказчика, вызванная разным уровнем компетенций и погруженности в вопросы развития информационных технологий;
- неотчуждаемость знаний о функциональности системы и внутренних взаимосвязях компонентов и сильная зависимость от конкретных специалистов.

Представлены результаты анализа ключевых тенденций развития сферы ИТ, и их влияние на управление качеством разработки информационных систем. Установлено, что наметился устойчивый тренд на повышение значимости ИТ и их влияния на развитие бизнеса, что приводит к ужесточению требований к качеству продуктов, услуг и процессов в сфере ИТ. При этом растущая сложность современных информационных систем требует правильного документирования и контроля, а, следовательно, и современных методов управления качеством таких систем и процессов их разработки, а также специализированных моделей, которые бы позволили детализировать и расширить существующие стандарты в области управления качеством, такие как ГОСТ Р ISO 9001:2015, ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015 и пр.

ГЛАВА 2. МЕТОДЫ, МЕХАНИЗМЫ И ФУНКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

2.1 Системный подход как базис управления качеством разработки информационных систем

Одним из ключевых понятий в стандартах ISO 9000:2015 и ISO 9001:2015 является понятие система, при этом в современном менеджменте качества уделяется большое внимание системному подходу к деятельности организации. Для решения задачи формирования уточняющих специализированных моделей для управления качеством разработки ИС для предприятий среднего бизнеса, обозначенной в главе 1, важным является анализ существующих в области системного подхода методов и моделей управления качеством систем в широком смысле и информационных систем, в частности. Также важным является определение существующих в области системного подхода проблем, которые могут быть рассмотрены и частично или полностью решены в рамках моделей управления качеством разработки ИС [85].

Для начала были определены базовые понятия, применяемые в области системного подхода. В работе [87] системный подход определяется, как методология специального научного познания и социальной практики, а также объяснительный принцип, в основе которого лежит исследование объектов как систем.

В научных и методических разработках зарубежных ученых системный подход понимается как междисциплинарный подход и методика, определяющие полный набор технических и управленческих усилий, необходимых для того, чтобы преобразовать совокупность потребностей заказчика и других заинтересованных сторон, имеющих ожидания и ограничений в эффективное системное решение и поддержать это решение в течение его жизни [87].

В [61] авторами выделены следующие свойства систем:

- целенаправленность – определяет поведение системы;

- сложность – зависит от множества входящих в систему компонентов, их структурного взаимодействия, а также от сложности внутренних и внешних связей и их динамичности;
- делимость – система состоит из ряда подсистем или элементов, выделенных по определенному признаку, отвечающему конкретным целям и задачам;
- целостность – функционирование множества элементов системы подчинено единой цели; при этом система проявляет так называемые интегративные свойства, т.е. свойства, присущие системе в целом, но отсутствующие в отдельно взятых ее элементах;
- многообразие элементов и различие их природы – это связано с их функциональной специфичностью и автономностью;
- структурированность – определяется наличием установленных связей и отношений между элементами внутри системы, распределением элементов системы по уровням иерархии.

Системный подход реализует представление сложного объекта в виде системы взаимосвязанных моделей, позволяющих фиксировать целостные свойства объекта, его структуру и динамику. Таким образом, при рассмотрении систем одними из основных являются методы, построенные на основе моделирования.

В свою очередь, понятие «модель» следует трактовать в соответствии с ISO 15704 и ГОСТ Р ИСО 19439-2008: «Модель – абстрактное описание реальности в любой форме (включая математическую, физическую, символическую, графическую или описательную), которая представляет определенный аспект реальности». Таким образом, модель, построенную в соответствии с заданной целью и раскрывающую несколько аспектов предприятия, можно считать базовой основой для стандарта предприятия.

Важным аспектом, который необходимо учитывать при использовании методов управления качеством на базе моделирования, является аспект, связанный с понятием «заинтересованная сторона». Можно выделить определенный круг

заинтересованных сторон, от которого будет зависеть объем и форма необходимой информации. При этом для выявленных заинтересованных сторон определяется набор частных представлений (viewpoints), которые позволяют облегчить работу с моделями систем и играют интегрирующую роль при работе с ними.

Формирование точек зрения (viewpoints) и представлений (views) является одним из инструментов «борьбы со сложностью» системы и соответствует принципам, описанным в ISO/IEC/IEEE 42010:2007. Применение этого инструмента предполагает декомпозицию общей модели системы на ситуационные, контекстно-ориентированные представления – аналитические отчеты и диаграммы, регламентирующие документы, спецификации для разработки и/или настройки информационных систем.

Переходя к рассмотрению практического применения положений системного подхода в представленной диссертационной работе целесообразно обозначить ряд проблем.

Одна из проблем заключается в том, что на текущий момент применяемая в системном подходе последовательность разработки модели системы не включает в себя предварительной фазы (фазы 0), которая оперировала бы с метасистемой (надсистемой) и формировала бы метамодель.

Стандарт TOGAF 9.2 [130] определяет метамодель как модель, которая описывает то, как и какими элементами будет описана система.

«Метамодель – модель, описывающая другую модель, транзитивное отношение между двумя моделями» [59].

В работе [24] метамодель определяет методологический принцип интеграции отдельных моделей системы, обеспечивая при этом накопление опыта и знаний о функционировании системы и их использования при дальнейшей работе с системой.

Стандарт ISO 14258 (Концепции и правила для моделей обобщенного предприятия) рассматривает метамодель как описание, представляющее совместно различные части конкретных моделей в обобщенном виде и основанное на общей

структуре метауровня, находящейся над всеми компонентами и являющейся средством установления одинакового понимания.

Метамоделю следует считать особый вид модели, элементами которой являются конструкция языка моделирования, другими словами классы для объектов, которые представлены на моделях, описывающих предприятие. При этом метамодель решает несколько принципиально важных задач, в первую очередь, она определяет единую для предприятия терминологию (гlossарий), что позволяет решать проблемы коммуникации и интеграции частных моделей в единую модель предприятия.

Таким образом, метамодель задает методологический принцип синтеза систем, что позволяет при решении каждой отдельной исследовательской задачи «собирать» разные системы в комплексную системную модель, обеспечивая тем самым единство комплексного представления. Метамодель позволяет создавать модели системы, определяя при этом набор используемых объектов и связей между ними.

В основе метамодели лежит понятие объекта метамодели, который характеризуется рядом свойств (атрибутов) и является значимым для процесса управления системой. Объектами метамодели могут быть бизнес-процессы и функции предприятия, используемые данные, применяемое программное обеспечение и др.

Определение в метамодели взаимосвязей между объектами позволяет на этапе моделирования создавать представления, которые объединяют ряд ее объектов и связей и отвечают на конкретный вопрос заинтересованной стороны.

К представлениям могут быть отнесены линейные или иерархические списки (реестры), матрицы (таблицы соответствия) или диаграммы, предназначенные для различных заинтересованных сторон в соответствии с их интересами и ракурсами/точками зрения (Рубенчик, А. [78], Lankhorst, М. [120]). Эти представления принято называть артефактами.

Целью процесса стандартизации можно считать достижение оптимальной степени упорядочения технической и управленческой деятельности в области

создания систем, структур, системной продукции и процессов. Для достижения этой цели в стандартах в области системного подхода устанавливаются положения, необходимые для преобразования совокупности потребностей клиентов и других заинтересованных сторон, имеющих ожидания и ограничений в эффективное, конкурентоспособное решение и для сопровождения этого решения на протяжении его жизни.

Одним из основополагающих стандартов в области системного подхода принято считать ISO/IEC 15288. Помимо стандартов ISO стоит отметить свод знаний, используемый в области системного подхода (Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge – SEBoK). В области стандартизации системного подхода следует отметить Международный совет INCOSE. Еще одной организацией, занимающейся развитием системного подхода является IEEE.

В отечественной практике одно из ведущих мест по степени распространенности и применимости считается ГОСТ серии 34.

Основным объектом стандартизации в области системного подхода можно считать процессы создания систем, помимо этого, стандартизируются способы описания системных артефактов, а также методы оценки качества и зрелости процессов.

В работе [55] выделяются следующие ключевые тенденции в области стандартизации системного подхода:

- по мере формирования глобального рынка и взаимопроникновения технологий происходит возрастание роли стандартов системного подхода в качестве важнейшего элемента обеспечения успешности деятельности по созданию систем;
- происходит дальнейшая структуризация системы стандартов в области создания систем с постепенным выделением стандартов, связанных с системным подходом, в отдельный класс;
- официальные и фактические стандарты в области системного подхода становятся равнозначными;

- стандарты в области системного подхода разрабатываются как открытые универсальные спецификации; эти стандарты требуют адаптации к условиям организации или проекта и, соответственно, высокой квалификации использующего их персонала;
- основным объектом стандартизации в области системного подхода сегодня являются процессы создания систем, кроме того, стандартизируются методы оценки качества и зрелости этих процессов, а также способы описания системных артефактов;
- ведутся работы по гармонизации комплекса стандартов в области системного подхода с постепенным формированием единого информационного пространства нормативного обеспечения деятельности по созданию систем.

Для систематизации существующих стандартов, регламентирующих работу в области системного подхода и процессов разработки информационных систем, автором данной работы была построена обобщенная схема (рисунок 1). Стандарты в области управления качеством систем и процессов их разработки были выделены в отдельную группу.

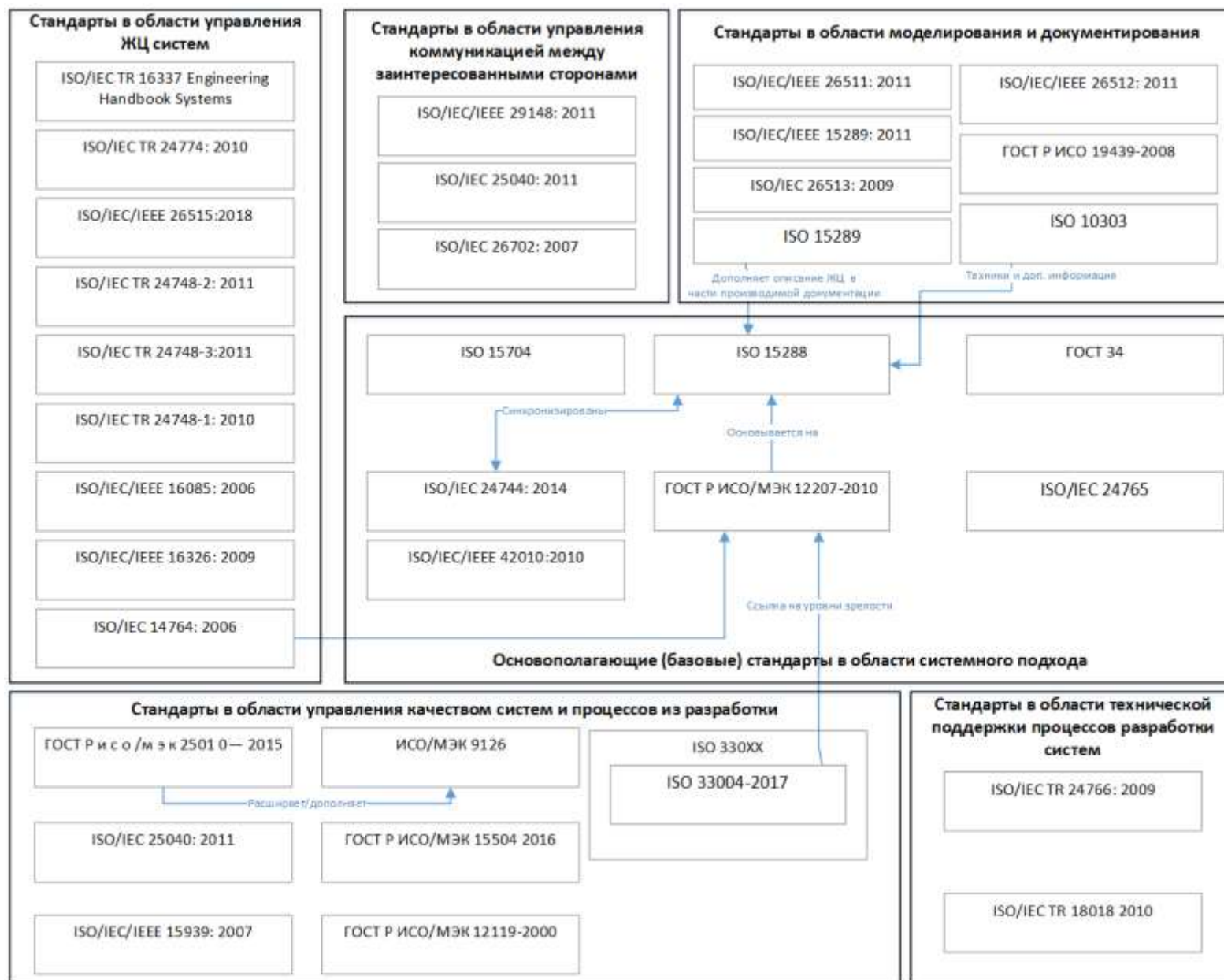


Рисунок 1. Схема взаимосвязей стандартов области системного подхода

Стандарты в области системного подхода были сгруппированы по следующим категориям:

- основополагающие (базовые) стандарты;
- стандарты в области управления ЖЦ систем;
- стандарты в области управления коммуникацией между заинтересованными сторонами;
- стандарты в области моделирования и документирования;
- стандарты в области технической поддержки процессов разработки систем;
- стандарты в области управления качеством систем и процессов их разработки.

Каждая из категорий раскрывает один из значимых аспектов, относящихся к системному подходу.

Проведя анализ предлагаемых в стандартах положений, следует отметить ряд существенных особенностей, которые подлежат дополнительной проработке.

В стандартах (15288 и ряде других) делается акцент на подходах к работе с моделями и представлениями, но не предлагаются методы, которые позволяли бы выявлять подходящие для конкретных задач модели или представления.

Также представленные стандарты в области системного подхода сконцентрированы на технических системах и их применении человеком. Аспект связанный с социально-техническими (в т.ч. экономическими) системами раскрыт недостаточно, что является существенной проблемой, для решения которой необходимо провести существенную работу по стандартизации. За основу при этом могут быть приняты существующие стандарты и своды знаний, которые предлагаются различными международными и российскими исследователями, представителями бизнеса и экспертами. Среди них стоит выделить такие как: TOGAF, Zachman, АБИ, и пр.

Современные условия ставят перед большинством организаций сложные, комплексные задачи, обусловленные стремительными изменениями в экономических, социальных, политических и прочих сферах, напрямую влияющие

на деятельность организаций. Организации вынуждены обеспечивать высокую скорость реакции на изменения во внешней и внутренних средах при относительно высокой степени взвешенности и рациональности принимаемых решений.

На фоне всех этих причин появляется потребность в перестройке системы управления предприятием с целью соответствия возникающим требованиям. При этом необходимо обеспечивать гибкость предприятия в части стандартизации деятельности, соблюдая разумный баланс между затратами на моделирование и получаемым эффектом. Один из современных и набирающих обороты подходов в этом направлении – архитектурный подход к организации деятельности предприятия.

В конце 80-х и особенно в 90-х годах с расширением использования ИТ в бизнесе стали особенно резко расти трудности создания больших интегрированных автоматизированных систем масштаба предприятия.

Было осознано, что необходим новый системный подход, который должен комплексно, целостным образом охватывать:

- структуру и планы развития основной деятельности предприятия;
- информационные потребности предприятия, потоки и стандарты качества информации, необходимой для его активной деятельности и развития;
- управление результативностью и экономичностью инвестиций в ИТ;
- технические возможности ИТ и их соответствие деловым потребностям предприятия;
- аспекты безопасности и гарантии непрерывности функционирования критически важных информационных систем предприятия;
- динамику развития как потребностей в информации, так и создаваемых информационных систем, уровни стратегического и тактического планирования и контроля развития предприятия.

Им стал современный, закрепленный в международных стандартах архитектурный подход, которому посвящены работы Григорьева Л.Ю. [26], Кудрявцева Д.В. [52], Трутнева Д.Р. [90], Behara G.K. [102], Bente S. [103], Bernard S.A. [104], Kotusev S. [118], Lankhorst M. [119, 120], McDowall J.D. [123], Sowa J.F.

[127], Spewak S.H. [128], Westerman G. [131], Zachman J.A. [134], Zhurakovskaya L. [135]. Архитектурный подход обращен к социально-экономическим компьютеризованным системам любого размера и сложности.

Архитектурный подход включает взгляд на предприятие и его системы как на целое, в котором все компоненты гармонично соответствуют друг другу. Он обеспечивает комплексный и целостный взгляд на потребности заинтересованных сторон и планы их удовлетворения, на существующие системы, действующие ограничения и перспективные возможности применения ИТ.

Таким образом, архитектурный подход с одной стороны, основывается на принципах и положениях системного подхода, но в тоже время, позволяет решать задачи в области управления социально-экономическими и социотехническими системами.

Системный анализ является совокупность методологических средств, которые используются для подготовки и обоснования решений по сложным проблемам социального, технического и экономического характера. Он основывается на системном подходе, а также на ряде математических дисциплин и современных методов управления. Основной процедурой системного анализа является построение обобщенной модели, адекватно отображающей интересующие исследователя свойства реальной системы и ее взаимосвязи.

Метод структуризации, который заключается в выявление реальных целей системы, выяснение альтернативных путей достижения этих целей, достижение взаимосвязей между элементами и получение возможности моделирования системы.

Частный метод структурного анализа, который является методологической разновидностью системного анализа. Он был разработан в 60-70-х годах XX века Дугласом Т. Россом в виде методологии SADT (Structured Analysis and Design Technique) – технология структурного анализа и проектирования» [57].

А также метод предметно-ориентированного моделирования – это метод создания ПО, повышающий уровень абстрактности разработки по сравнению с

традиционными средствами путем предоставления средств спецификации приложений в терминах предметной области [117].

Таким образом, из области системного и архитектурного подхода в работе было принято решение использовать ряд ключевых методов, а именно методы системного анализа, метод структуризации, метод структурного анализа и предметно-ориентированного моделирования.

Также в параграфе представлены результаты структурирования стандартов в области системного подхода с целью выявления подходящих моделей и методик, позволяющих выстраивать системы управления качеством разработки ИС. В результате исследования было установлено, что имеющиеся на сегодняшний день стандарты в этой области могут быть применены, но требуют усиления в некоторых ключевых аспектах:

- фокусировке на процессной составляющей (аспект относительно хорошо раскрыт в ISO 9001:2015),
- детализации модели в части процессов работы со знаниями, как ключевым ресурсом предприятий ИТ-сферы;
- а также на количественных показателях оценки качества ИС.

2.2 Основные компоненты и функции базовой модели управления качеством разработки информационных систем

Основываясь на результатах анализа трендов и тенденций в сфере ИТ, представленных в главе 1, а также анализа существующих стандартов в области системного подхода (параграф 2.1), было принято решение в рамках диссертационного исследования сфокусироваться на совершенствовании системы управления процессами разработки информационных систем.

Ключевая идея предлагаемой модели системы управления качеством разработки ИС заключается в переходе к схеме непрерывного совершенствования за счет систематизации процессов управления качеством и внедрения цикла построения и совершенствования процессов разработки информационной системы,

а также применения ряда специализированных элементов системы, характерных в первую очередь для предприятий сферы ИТ.

При создании базовой модели системы управления качеством ИС был проведен детальный анализ существующих международных и отечественных стандартов и научных трудов из области управления качеством Э. Деминга, Ф. Кросби, Дж. Джурана, У. Шухарта, стандартизации и моделирования процессов разработки и внедрения информационных систем.

Предлагаемая модель управления качеством разработки информационных систем является ответом на ряд проблем, среди которых следует отметить:

- недостаточную проработанность регламентирующей документации в части управления процессами создания систем, в частности, информационных систем, и, как следствие, трудности в управлении качеством процессов;
- применение моделирования без метамоделей, как основополагающих компонентов, обеспечивающих целостность, связность и непротиворечивость всех артефактов, получаемых в результате работы.

В основу модели заложен один из базовых принципов кибернетики, который заключается в выделении таких сущностей, как «Система управления» и «Объект управления». При этом немаловажным элементом, взятым из области кибернетики, является положение о существовании между указанными сущностями обратных связей, которые позволяют сделать модель управления качеством устойчивой и обеспечить ее встраивание в надсистему, т.е. окружающую среду.

В состав предлагаемой автором базовой модели системы управления качеством разработки ИС включены следующие элементы:

- процессы управления качеством ИС, предполагающие детализацию в виде метода управления качеством разработки ИС;
- требования к предприятию;
- орган управления;
- требования к изменению элементов объекта управления;
- стратегия и цели в области качества ИС и процессов разработки ИС;

- модель комплексной оценки качества ИС, состоящая из:
 - модели показателей качества процессов разработки ИС;
 - модели показателей качества ИС;
- архитектурно-методологический комитет.

Объект управления представлен следующими элементами:

- основные и поддерживающие процессы;
- требования к ИС – входная информация для основных и поддерживающих процессов;
- фактические значения показателей качества ИС и процессов разработки ИС – выходная информация для основных и поддерживающих процессов;
- ресурсы (обеспечение):
 - человеческие ресурсы с детализацией на механизм организационной-ролевой коммуникации в рамках разработки ИС;
 - знания организации с детализацией на базу знаний, построенную на базе общей метамоделей и ведущей в специализированных инструментах, а также методические материалы по повышению качества разработки ИС;
 - технологии;
 - финансовые ресурсы;
 - инфраструктура и производственная среда;
 - прочие ресурсы.

При формировании элементов базовой модели управления качеством разработки ИС за основу была взята модель СМК, представленная в ГОСТ Р ИСО 9001:2015, но при этом внесен ряд существенных доработок, которые позволяют адаптировать положения стандарта для предприятий среднего бизнеса сферы ИТ.

В частности, процессы управления качеством разработки ИС выделены в отдельную категорию и предложен формализованный процесс управления ими, который был назван метод управления качеством разработки ИС.

Из методологий процессного управления [77] в модель взят принцип разделения процессов на категории или уровни:

- основные;
- управленческие
- вспомогательные или поддерживающие.

В качестве отдельных элементов окружающей среды в модели выделены две категории заинтересованных стороны:

- заинтересованные стороны предприятия;
- заинтересованные стороны ИС.

Данное разделение обусловлено тем, что ЗС, относящиеся к ИС носят ситуационный проектный характер, для них важно качество конкретной ИС, разрабатываемой в момент времени. Для заинтересованных сторон предприятия важно долгосрочное развитие предприятия. Таким образом, методы работы с этими двумя крупными категориями ЗС имеют особенности и могут отличаться.

Среди ключевых элементов, входящих в состав системы управления, необходимо отметить архитектурно-методологический комитет, который является ключевой действующей стороной, реализующей процессы управления качеством ИС. Архитектурно-методологический комитет представляет собой коллективный орган, который должен включать специалистов, выполняющих задачи в процессе разработки и внедрения ИС (анализ, проектирование, разработка, тестирование и пр.) В зону ответственности комитета входит выработка и внедрение различных инструментов, позволяющих повышать качество процессов разработки и внедрения ИС. Также комитет осуществляет управление сквозными процессами разработки и внедрения, обеспечивая их непрерывное совершенствование.

Основными результатами процессов управления качеством ИС являются требования и целевые установки, транслируемые в объект управления.

Отдельным важным элементом предлагаемой базовой модели системы управления качеством разработки ИС являются фактические значения показателей и сама модель оценки качества. Она позволяет реализовать принцип замкнутого цикла и обратной связи.

Один из значимых принципов, заложенных в основу работы с базовой моделью управления качеством разработки ИС, является принцип последовательных циклических переходов предприятия, осуществляющего разработку ИС, из текущего состояния в целевое состояние. При этом каждое из состояний может быть зафиксировано в виде взаимосвязанных частных моделей, совокупность которых определяют единую модель, описывающую состояние предприятия.

Еще одним немаловажным принципом является то, что любое состояние может быть измерено и оценено в соответствии с моделью оценки качества. При этом сопоставление результатов измерения может быть использовано как один из инструментов управления качеством разработки ИС и результативности модели управления качеством разработки ИС.

В части ресурсного обеспечения основных и поддерживающих процессов разработки ИС были взяты категории ресурсов, описанные в ISO 9001:2015, но по ряду категорий ресурсов сделана детализация, важная для ИТ сферы. В частности, для ресурса «знания организации» сделана детализация на такие элементы, как база знаний, которая базируется на общей метамодели и должна поддерживаться в специализированном инструменте, а также методические материалы по повышению качества разработки ИС, которые содержат основные технологические и пр. инструкции, необходимые сотрудникам при выполнении процессов разработки ИС.

Ресурсное обеспечение «человеческие ресурсы» уточнено в части создания механизма организационно-ролевой коммуникации, раскрывающего аспект взаимодействия ролей при управлении качеством, а также разграничения ответственности между ними. Это позволяет выстроить прозрачную и понятную схему коммуникации и разграничения ответственности в области управления качеством разработки ИС.

Схема базовой модели управления качеством разработки ИС представлена на рисунке 2.

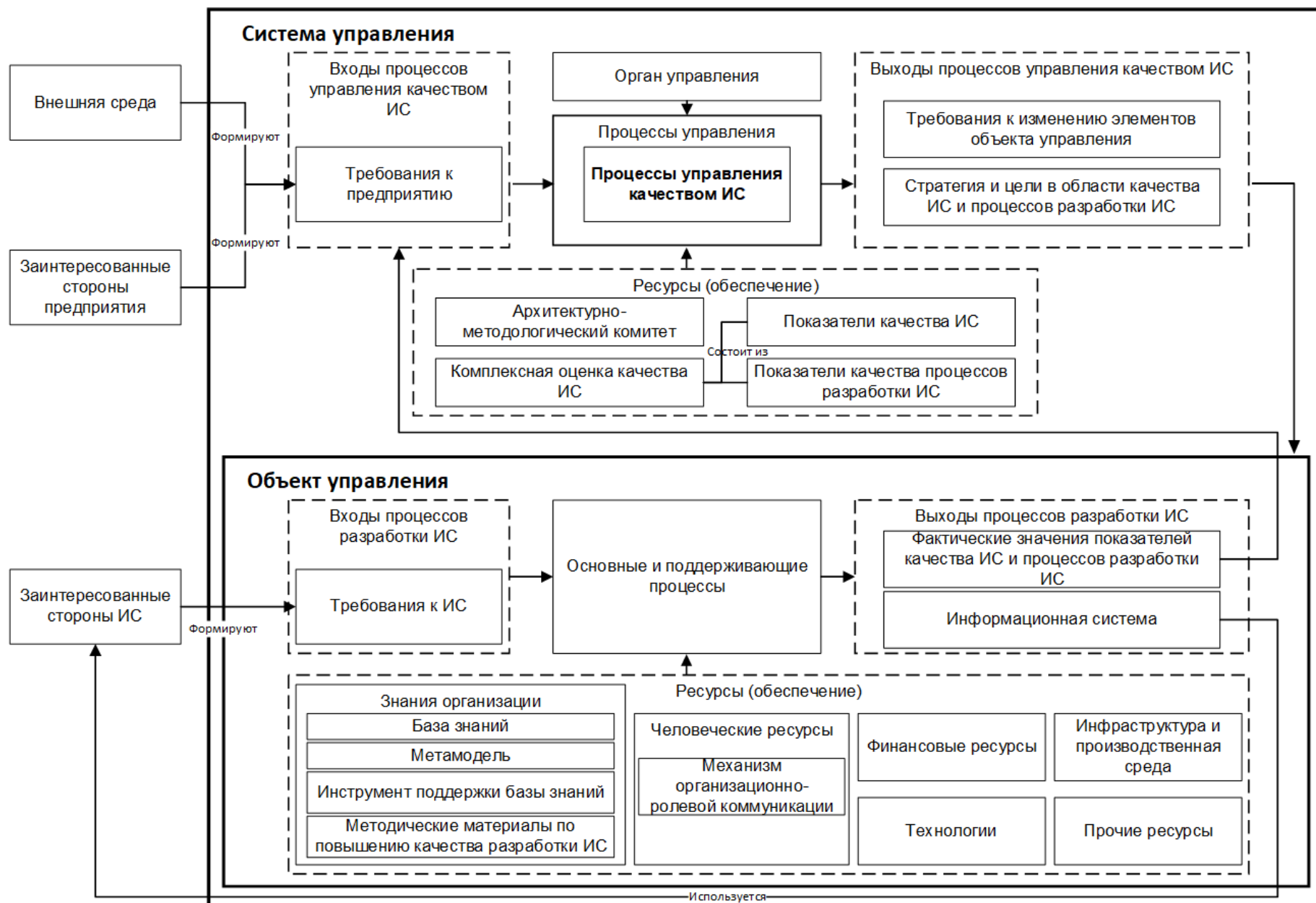


Рисунок 2. Базовая модель управления качеством разработки информационных систем

Необходимо отметить, что при разработке модели был проведен детальный анализ аналогичных моделей, применяемых при совершенствовании управления качеством разработки ИС.

Модель системы управления ГОСТ Р ИСО 9001:2015 [95] включает следующие элементы:

- анализ ситуации – определить внешние и внутренние факторы, обстоятельства, влияющие на намерения организации, предъявляемые требования собственниками, контролирующими органами, поставщиками, клиентами и т.д.;
- постановка общей цели, видения, миссии и разработка стратегии;
- отталкиваясь от удовлетворенности потребителей, выявление ключевых процессов и взаимосвязей между ними для достижения намеченных результатов;
- документирование информации, необходимой для обеспечения результативности системы управления;
- проведение мониторинга процессов и получаемой продукции на соответствие политике, целям, требованиям запланированной деятельности.

Концептуальная схема системы качества представлена на странице ASQ [132], где она состоит из следующих элементов:

- политика по качеству;
- руководство по качеству;
- процедуры, инструкции, регламенты и чек-листы;
- управление данных по качеству;
- процессы осуществления качеством;
- возможности для совершенствования и механизмы работы с ними;
- аналитические инструменты управления качеством.

В результате сравнительного анализа можно сделать вывод о том, что предлагаемая базовая модель управления качеством ИС не вступает в противоречия с существующими методологиями, подходами и стандартами,

применяемыми в мире. Но при этом дополняет существующие модели в части детализации ряда ключевых элементов. Модель создана для предприятий ИТ сферы, что ограничивает ее применимость для других сфер, но в тоже время позволяет учесть ряд особенностей, которые позволяют сделать модель более результативной и повышает потенциал ее практического применения. Это является одним из ключевых преимуществ данной модели.

Предлагаемая базовая модель управления качеством разработки информационных систем не висит в воздухе, а предполагает встраивание в общую систему управления предприятия с учетом ее специфики и особенностей. Таким образом, система управления качеством является частью общей системы управления предприятием, наряду с финансовым управлением, управление стратегией, рисками и пр.

Процессы управления качеством и система управления качеством в общем регламентируется общими стандартами, такими как ISO 9001:2015 и ISO 9000:2015, далее для регламентации СМК могут быть использованы отраслевые стандарты, о которых было сказано в параграфах 1.4 и 2.1.

Предлагаемая в работе модель является дополнение к существующим отраслевым стандартам и строится на основе базовых положения ISO 9001. При этом предлагаемая модель на уровне управления должна быть встроена в систему управления предприятием и учитывать ее специфику.

Механизм применения предлагаемой модели может быть представлен следующим образом: предприятие внедряет СМК ISO 9001, с последующим применением детализирующих стандартов и предлагаемой модели, как инструмента встраивания моделей управления качеством на предприятиях ИТ-сферы.

Предлагаемая базовая модель базируется на основных принципах управления качеством, зафиксированных в ISO 9001:2015.

Ориентация на потребителя – управление требованиями, как одним из ключевых источников информации о текущих и потенциальных потребностях и проблемах потребителей информационных систем, является одним из ключевых

аспектов деятельности предприятия, позволяющее перейти от общего замысла и концепции информационной системы к ее реализации и последующей поддержке. В модели управления качеством разработки ИС выделены два уровня заинтересованных сторон (предприятие и ИС) и соответствующие им уровни требований.

Лидерство – активное вовлечение руководителей всех уровней, посредством формирования и согласования единой стратегии в области совершенствования процессов разработки информационных систем, а также выстраивания четкого организационно-коммуникационного взаимодействия. Отдельное внимание уделяется формированию методологических лидеров, в обязанности которых входит формирование и реализация методов и технологий, позволяющих разработку информационных систем с заданным уровнем качества.

Взаимодействие людей – повышение уровня компетенций работников и их вовлеченности в процессы повышения качества разработки информационных систем реализуется посредством непрерывного обучения, без отрыва от производства, а также создания Архитектурного комитета, который выступает единым входом для предложений и идей.

Процессный подход – в основе базовой модели системы управления качеством разработки ИС заложены процессные модели.

Улучшения – представленная модель позволяет выстроить организационную, коммуникационную и процессную составляющие, неотъемлемой частью которых является постоянное изменение, реакция на внешние факторы и адаптация к особенностям окружающей среды.

Принятие решений, основанных на свидетельствах – комплексная оценка качества и обратные связи от объекта управления к системе управления, за счет чего реализуется возможность принятия решений на основе фактов.

Менеджмент взаимоотношений – представленная модель предполагает разделение заинтересованных сторон на две крупные категории, с последующей детализацией и уточнение. Первая категория заинтересованных сторон получила название «Заинтересованные стороны ИС» – это стороны, которые имеют

непосредственное отношение к разрабатываемой информационной системе (продукту), т.е. результату основных процессов деятельности предприятия. Для работы с ними предлагается использовать принятые и зафиксированные на уровне основных процессов подходы. Вторая категория «Заинтересованные стороны предприятия» имеют большее значение для предприятия в долгосрочной перспективе, т.к. не относятся к конкретной разрабатываемой в данный момент системе, а имеют область интересов по отношению к предприятию в долгосрочной перспективе. Ярким представителем данной категории могут быть инвесторы, ключевые партнеры и поставщики (не в рамках конкретного проекта) и т.д.

При разработке модели были приняты и заложены в основу ключевые принципы системного подхода, список которых составлен на основании объединения выводов полученных рядом авторов: Волкова В.Н. [17], Игнатъе, М.Б. [34, 35], Корягин С.И. [47], Янг С. [100]:

- принцип цели;
- принцип двойственности;
- принцип целостности;
- принцип сложности;
- принцип множественности.

Принцип цели, который коротко может быть сформулирован, как ориентация при исследовании объекта прежде всего на цель его функционирования, т.е. первоначально не то, как построена система, а то для чего она существует. Принцип цели был использован при разработке метода повышения эффективности процессов разработки информационных систем и нашел отражение в формировании стратегии и целей в части управления качеством ИС и процессов их разработки. Взаимосвязь с принципом цели состоит в том, что цель функционирования объекта должна быть подчинена решению задач функционирования системы более высокого уровня. Цель – категория внешняя по отношению к системе. Она ставится ей системой более высокого уровня, куда данная система входит как элемент.

Принцип двойственности вытекает из принципа цели и означает, что система должна рассматриваться как часть системы более высокого уровня и в то же время как самостоятельная часть, выступающая как единое целое во взаимодействии со средой. В свою очередь каждый элемент системы обладает собственной структурой и также может рассматриваться как система.

Принцип целостности требует рассматривать объект как нечто выделенное из совокупности других объектов, выступающее целым по отношению к окружающей среде, имеющее свои специфические функции и развивающееся по свойственным ему законам. При этом не отрицается необходимость изучения отдельных сторон.

Принцип сложности указывает на необходимость исследования объекта, как сложного образования и, если сложность очень высока, нужно последовательно упрощать представление объекта, но так чтобы сохранить все его существенные свойства. Последовательная декомпозиция процессов, документов, артефактов и других элементов, осуществляемая в рамках деятельности по управлению качеством разработки информационных систем, обусловлена необходимостью соответствия данному принципу.

Принцип множественности требует от исследователя представлять описание объекта на нескольких уровнях: морфологическом, функциональном, информационном.

Морфологический уровень дает представление о строении системы. Морфологическое описание не может быть исчерпывающим. Глубина описания, уровень детализации, то есть выбор элементов, определяется назначением системы. Морфологическое описание иерархично, при этом конкретизация морфологии дается на нескольких уровнях.

Функциональное описание связано с преобразованием энергии и информации. Всякий объект интересен прежде всего результатом своего существования, местом, которое он занимает среди других объектов в окружающем мире.

Информационное описание дает представление об организации системы, т.е. об информационных взаимосвязях между элементами системы. Он дополняет функциональное и морфологическое описания.

На каждом уровне описания действуют свои, специфические закономерности. Все уровни тесно взаимосвязаны. Внося изменения на одном из уровней, необходимо проводить анализ возможных изменений на других уровнях.

Принцип историзма, предполагающий необходимость выявления и накопления информации о прошлом системы, выявления тенденции и закономерности ее развития в будущем. Реализация данного принципа в модели системы управления качеством ИС, обеспечивает и подкрепляет реализацию принципов TQM, описанных выше, в частности, принципа непрерывного улучшения. Целевое состояние предприятия предусматривает прогнозирование дальнейшего развития информационных систем и предприятия в целом, в том числе за счет накопления сведений о принятых ранее решениях.

В трудах [55] приведены принципы Model-driven design, направления, занимающегося вопросами развития технических и социо-технических систем на основе моделей. Специалисты этого направления придерживаются идей, в соответствии с которыми возможно управление реальными системами (объектами) через их модели. В частности, в основу системы управления заложена ключевая идея, связанная с тем, что формирование модели предприятия, для которого оказываются услуги автоматизации, позволит осуществлять более эффективное управление процессами автоматизации и развития инфраструктуры информационных технологий, что подтверждено результатами статистического исследования.

К наиболее важным принципам, сформулированными А. Левенчуком и учтенным в представленной модели, являются следующие.

Принцип множества групп описаний. Данный принцип позволяет осуществлять описание объекта с разных точек зрения (viewpoint), что крайне

важно при управлении и использовании метамодели, а также базы знаний по бизнес-архитектуре и ИТ-архитектуре.

Принцип соответствия: любая модель соответствует метамодели. Применение этого принципа позволило заложить в качестве одного из ключевых элементов в составе объекта управления качеством разработки ИС элемент «Метамодель», который выступает универсальным инструментом, с одной стороны, формирующим целостную картину в отношении всех документов, артефактов и пр., а с другой выступает в качестве интегратора результатов работы всех участников процессов разработки ИС.

Важно отметить подход к определению принципов, приведенный в [125]. Часть материалов была заложена в основу метода повышения эффективности процессов разработки информационных систем.

1. Принцип системности. Под этим принципом раскрываются классические положения системного подхода. Однако, интересным является тезис о том, что хранение моделей, описывающих систему в программном обеспечении, позволяет оказывать влияние на системы реального мира – прямая связь и обновлять модели на основе изменений в реальном мире – обратная связь. В соответствии с этим принципом содержание базовой модели управления качеством разработки информационных систем было рассмотрено в двух крупных аспектах: функциональном, описывающим последовательность шагов, и структурном, описывающим метамодель и ключевые артефакты, а также механизм организационно-ролевой коммуникации.

2. Принцип саморегулирования. Системы имеют регулирующие подсистемы для достижения стабильности. Реализация данного принципа нашла отражение в базовой модели управления качеством разработкой ИС в части деления «Системы управления» – управляющей подсистемы и «Объекта» – управляемой подсистемы.

3. Принцип самоопределения. Данный принцип является одним из основополагающих принципов, заложенных в основу модели т.к. одна из основных

задач – поддержание актуальности модели предприятия для принятия решений в отношении развития и изменений.

Простые, но важные принципы сформулированы в [110], в частности:

- принцип значимости обратной связи. Необходимо осуществлять отслеживание и фиксацию ошибок, анализ их влияния, классификацию и пр.;
- принцип упрощения; структурирование и упрощение сложных решений, т.е. используемая при принятии решения информация должна быть подана максимально просто, но в тоже время раскрывать суть;
- принцип персонификации; фокусировка на потребностях и задачах заинтересованных сторон; данный принцип является основанием для подхода к представлению информации о системе, ее модели, через набор выверенных точек зрения, соответствующих интересам определенных заинтересованных сторон.

В таблице 1 приведена сводная информация по каждому принципу и тому элементу, за счет которого он реализуется в представленной модели управления качеством разработки ИС.

Таблица 1. Соотношение базовой модели управления качеством разработки ИС и принципов

Источник	Краткая формулировка принципа	Элемент модели управления качеством разработки ИС, реализующий принцип
ISO 9001:2015	Ориентация на потребителя	«Заинтересованные стороны ИС» рассматриваются в качестве ключевого источника требований к ИС и оценки качества «Основных и поддерживающих процессов».
	Лидерство	Участие и лидерство руководителя реализуется, среди прочего, через «Требования к предприятию».
	Взаимодействие людей	Элемент «Сотрудники» рассматривается в качестве одно из основных, вовлечение осуществляется через деятельность «Архитектурного комитета» и «Методические материалы по повышению качества разработки ИС».
	Процессный подход	В основе модели выделены два процессным элемента: «Процессы управления качеством ИС» и «Основные и поддерживающие процессы».

	Улучшения	Реализуется через цикличность «Процессов управления качеством ИС» и наличие обратных связей от «Объекта управления» к «Системе управления».
	Принятие решений, основанных на свидетельствах	Реализуется через «Модели комплексной оценки качества ИС».
	Менеджмент взаимоотношений	Реализуется через выделение нескольких категорий ЗС: «Заинтересованные стороны предприятия», «Заинтересованные стороны ИС».
Базовые принципы системного подхода	Принцип цели	Реализуется через «Стратегию и цели в области качества ИС и процессов разработки ИС»
	Принцип двойственности	Представленная система может быть встроена в систему более высокого порядка.
	Принцип целостности	Представленную систему управления необходимо рассматривать, как целостную систему.
	Принцип сложности	Реализуется на уровне всех элементов системы.
	Принцип множественности	Данный принцип получил широкое применение в элементах: «База знаний», «Метамодель» и «Инструменты поддержки базы знаний».
	Принцип историзма	Использование ранее накопленной информации и замкнутые процессы непрерывного совершенствования, заложенный в основу «Процессов управления качеством ИС», позволяет воспринимать систему управления качеством ИС и предприятия в целом в динамике, отслеживания и управляя их изменениями.
Model-driven design	Принцип множества групп описаний (view)	Заложен в основу работы с «Базой знаний» и делает возможность существования в модели данных элементов.
	Принцип соответствия	Позволяет ввести в модель элемент «Метамодель».
Principles of Systems Science	Принцип системности	Модель в целом, построенная на базовых принципах системного подхода.
	Принцип саморегулирования	Реализуется через наличие «Системы управления».
	Принцип самоопределения	Реализуется за счет того, что «База знаний бизнес-архитектуры и ИТ-архитектуры» включает не только описания основных и поддерживающих процессов, но и управленческих, включая «Процессы управления качеством ИС».
Подход компании Bizdesign	Принцип значимости обратной связи	Реализуется через наличие связей между «Системой управления», «Объектом управления» и «Внешней средой».
	Принцип упрощения	Реализуется на уровне всех элементов системы.
	Принцип персонификации	Реализуется на уровне разных элементов, в первую очередь, «Базы знаний» и «Метамоделей». В частности эти элементы включают механизмы, обеспечивающие настройку через точки зрения (viewpoints).

Таким образом, к основным особенностям базовой модели управления качеством разработки информационных систем относятся:

- внедрение и последующая поддержка единой системы документирования, основанной на графическом отображении информации в виде диаграмм и матриц, а также применение общепринятой терминологии (гlossария);
- ведение общедоступной базы знаний, наполнение которой формализовано в соответствии с принятыми правилами документирования, что позволяет использовать накопленную информацию, а также обеспечивает отчуждаемость знаний и снижает зависимость от человеческого фактора;
- выстраивание сквозного процесса и коммуникации, в рамки которой входит матрица ответственности, диаграммы информационных потоков;
- постоянное совершенствование процесса разработки информационных систем, в первую очередь, за счет внедрения в структуру предприятия архитектурного комитета, обеспечивающего непрерывное совершенствование процессов разработки информационных систем.

Внедрение предложенной модели позволяет перейти предприятиям сферы ИТ от текущего состояния, характеризующегося рядом проблем, обозначенных выше, к целевому состоянию. Принципиальным отличием управленческих процессов, направленных на повышение качества разработки информационных систем, на предприятии, внедрившем базовую модель управления качеством процессов разработки ИС, в сравнении с текущим состоянием является системность и последовательность внедрения изменений, непрерывный мониторинг результативности процессов разработки информационных систем, их оценка и своевременное принятие управленческих решений.

Описанная в работе базовая модель позволяет обеспечить внедрение сквозного процесса, единых принципов документирования, что влечет за собой общее повышение качества подготавливаемой документации, приводящее к сокращению объемов трудозатрат, связанных с простоем сотрудников. Предложенная модель позволяет перейти к воспроизводимым процессам за счет внедрения процессных составляющей разработки информационных систем, что

повышает точность планирования. Данный переход возможен за счет формализации основных и поддерживающих процессов разработки ИС, а также управленческих процессов. Данная формализация позволяет сделать результаты выполнения процессов и их отдельных этапов более предсказуемыми с точки зрения результатов и сроков выполнения. Это в свою очередь снижает вероятность ошибок при оценке трудоемкости новых задач и планировании деятельности.

Внедрение единой системы документирования, а также использования базы знаний, реализованной при достаточном уровне автоматизации, позволяет снизить количество ошибок, возникающих при проектировании информационных систем, а также объем трудозатрат, связанных с консультациями и восстановлением утраченной документации.

Важно отметить качественные изменения в деятельности предприятий, реализующих представленную базовую модель, которые заключаются в том, что:

- внедренные процессы непрерывного совершенствования позволяют руководителям высшего и среднего звена оперативно получать информацию об отклонениях в выполнении процессов разработки информационных систем и своевременно применять корректирующие воздействия, как локальные, в рамках конкретного проекта или задачи, так и общие, влияющие на выполнение всех текущих и будущих проектов и задач, учитывая специфику проектов в сфере ИТ;
- накопление информации в базе знаний и постоянная методологическая экспертная поддержка позволяет увеличить общий уровень квалификации сотрудников, при этом база знаний основывается на единой метамодели, которая задает общие правила ее ведения и организации;
- накопление информации в базе знаний и ее последующий анализ позволяет выходить с инновационными предложениями в части совершенствования ИТ-инфраструктуры предприятий-заказчиков.

Представленная базовая модель управления качеством разработки ИС опирается на принципы TQM, ряд системных принципов, а также дополняет существующие методологии и стандарты в области управления качеством.

При этом предлагаемая базовая модель управления качеством разработки информационных систем не висит в воздухе, а предполагает встраивание в общую систему управления предприятия с учетом ее специфики и особенностей. Таким образом, система управления качеством является частью общей системы управления предприятием, наряду с финансовым управлением, управление стратегией, рисками и пр.

Процессы управления качеством и система управления качеством в общем регламентируется общими стандартами, такими как ISO 9001:2015 и ISO 9000:2015, далее для регламентации СМК могут быть использованы отраслевые стандарты, о которых было сказано в параграфах 1.4 и 2.1.

Также важно отметить ориентацию базовой модели на предприятия среднего бизнеса, заключающаяся в достаточном уровне детализации и сложности элементов, что делает модель избыточной для предприятий малого бизнеса. Но при этом предлагаемая модель не содержит избыточной сложности, которая может потребоваться для крупных предприятий.

Предлагаемая в работе модель является дополнением к существующим отраслевым стандартам и строится на основе базовых положений ISO 9001. При этом предлагаемая модель на уровне управления должна быть встроена в систему управления предприятием и учитывать ее специфику.

2.3 Метод управления качеством разработки информационных систем

Одним из ключевых элементов базовой модели является управление качеством ИС, которое должно быть определено и формализовано. Для решения этой задачи необходим метод управления качеством разработки ИС.

Предлагаемый в диссертации метод управления качеством разработки ИС представляет собой итерационный цикл, который построен в соответствии с принципами TQM, системного подхода, а также базовых принципов менеджмента. Цикл включает в себя 9 укрупненных этапов.

1-й этап. Этот этап обусловлен необходимостью определения целей и формированием стратегии в области управления качеством ИС. В данном контексте заказчиком всех осуществляемых в рамках метода работ является высшее руководство компании и/или профильные руководители. Следуя фундаментальным принципам TQM: «ориентация на потребителя» и «системный подход к менеджменту», необходимо определить стратегические цели и пути их достижения до старта выполнения работ. Также следует обговорить объемы финансирования, порядок его выделения, сроки и зафиксировать ключевые риски.

Основным результатом первого этапа является:

- стратегическая карта;
- система сбалансированных показателей и метрик;
- договоренность об объемах финансирования и сроках.

2-й этап. Основной задачей второго этапа является формирование механизма организационно-ролевой коммуникации в области управления качеством разработки ИС, их ключевых функций, зон ответственности и информационных обменов.

Основным результатом второго этапа является:

- матрица распределения ответственности «RACI», где буквы обозначают типы ответственности роли за задачу и расшифровываются следующим образом:
 - R – Responsible (исполняет);
 - A – Accountable (несет ответственность);
 - C – Consult before doing (консультирует до исполнения);
 - I – Inform after doing (оповещается после исполнения).
- организационно-ролевая коммуникации.

3-й этап. Осуществляется подбор исполнителей и формирование архитектурного комитета, который осуществляет основные работы в процессах управления качеством разработки ИС в соответствии с базовой моделью управления качеством разработки ИС, представленной в параграфе 2.2 данной работы.

Параллельно с подбором команды должна быть запущена работа по формальному утверждению деятельности архитектурного комитета.

Основными результатами третьего этапа является определение и регламентация зон ответственности архитектурного комитета (штатное расписание, положение о подразделении, должностные инструкции).

После завершения третьего этапа запускается параллельное выполнение этапов 4-7.

4-й этап. При моделировании процессов разработки ИС на этапе 4 могут быть использованы референтные модели, например, Agile, RUP, подходы, описанные в SEBOK [114] и пр. В результате выполнения четвертого этапа должны быть сформированы текущая и целевая процессные модели, описывающие основные и вспомогательные процессы разработки ИС (элементы «Объекта управления» модели управления качеством разработки ИС, параграф 2.2).

5-й этап. «Моделирование и совершенствование структурной составляющей разработки информационных систем»

Справочная модель структурного аспекта, которая включает метамоделю, набор артефактов и документов, а также их взаимосвязь, представлена и является неотъемлемой частью метода повышения качества разработки информационных систем.

На пятом этапе необходимо выделить три подэтапа:

- формирование единого глоссария предприятия и построение информационной модели основных терминов;
- выявление в информационной модели ключевых объектов и формирование метамоделей;
- формирование артефактов и документов, обеспечивающих представление необходимой информации для всех заинтересованных сторон.

6-й этап. Основной задачей шестого этапа является внедрение инструмента поддержки моделирования бизнеса и ИТ-инфраструктуры. Важными частями данного этапа являются сбор и анализ требований к инструменту поддержки базы

знаний, которые должны быть синхронизированы с метамоделью, полученной на пятом этапе.

7-й этап. На седьмом этапе осуществляются работы по методологической поддержке разработки информационных систем и направлены на осуществление развитие аналитиков и других участников процесса. Задачи данного этапа:

- формирование в команде положительной репутации команды методологов, как экспертов;
- изучение ключевых ошибок и сложностей, с которыми сталкиваются участники процессов;
- выявление первичной основы для последующих работ по разработке методологических инструкций и рекомендаций;
- повышение качества разработки информационных систем за счет внутреннего развития компетенций персонала.

После выполнения этапов 4-7 осуществляется оценка достигнутых результатов в соответствии с комплексным показателем качества ИС, включающим:

- показатели качества процессов разработки ИС;
- показатели качества ИС.

После выполнения оценки осуществляется корректировка стратегии, внесение, при необходимости, правок в механизм организационно-ролевой коммуникации, после чего может быть запущена очередная итерация цикла повышения качества разработки информационных систем.

Важным элементом цикла является контрольная точка на 8-ом этапе «Оценка результатов», после ее прохождения в соответствии с идеей обратных связей, заложенной в базовой модели управления качеством разработки ИС, происходит сопоставление полученных фактических результатов с ожидаемыми или нормативными. На основе результатов этого сопоставления происходит завершение цикла, либо запуск очередной итерации.

Важными вспомогательными компонентами являются «Механизм организационно-ролевой коммуникации» и «Справочная метамодель, структура документов и артефактов».

При выполнении задач, связанных с совершенствованием структурной составляющей и инструментальным обеспечением разработки информационных систем, должна быть использована справочная структура документов и артефактов, которая базируется на справочной метамодели.

Схема, описывающая метод управления качеством разработки ИС представлена на рисунке 3.

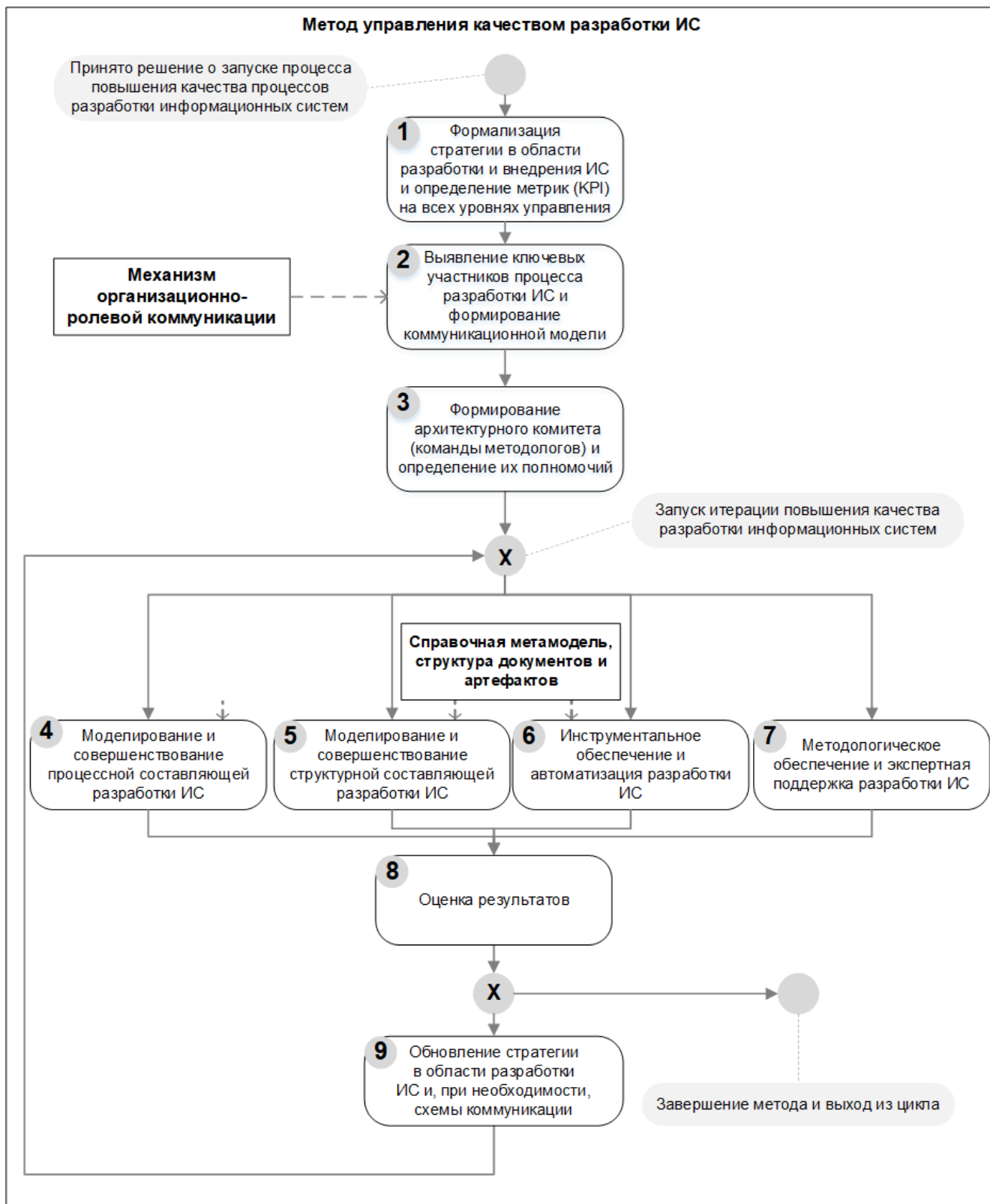


Рисунок 3. Метод управления качеством разработки информационных систем

В таблице 2 приведены результаты сравнения разработанного метода с аналогичными методами, которые могут быть применены для управления качеством разработки ИС.

Таблица 2. Сравнительный анализ метода управления качеством разработки ИС и аналогов

Метод управления качеством разработки ИС	ADM TOGAF	PDCA	Полный архитектурный процесс Meta Group
1. Формализация стратегии в области разработки и внедрения ИС и определение метрик (KPI) на всех уровнях управления	Предварительная фаза Фаза А: Формирование архитектурного видения	Планирование	Формирование стратегии бизнеса и видения Институализация архитектурных работ (формальное утверждение архитектурных работ в структурную легальную структуру)
2. Выявление ключевых участников процесса разработки ИС и формирование коммуникационной модели	Предварительная фаза Фаза А: Формирование архитектурного видения	Планирование	Формирование стратегии бизнеса и видения Институализация архитектурных работ (формальное утверждение архитектурных работ в структурную легальную структуру)
3. Формирование архитектурного комитета (команды методологов) и определение их полномочий	Предварительная фаза	Планирование	Институализация архитектурных работ (формальное утверждение архитектурных работ в структурную легальную структуру)
4. Моделирование и совершенствование процессной составляющей разработки ИС	Фаза В: Бизнес архитектура Фаза F: Планирование перехода Фаза G: Управление реализацией	Выполнение	Документирование/моделирование текущей архитектуры Анализ разрывов между текущим и целевым состояниями Определение приоритетов и плана перехода к целевой модели Осуществление перехода к целевой модели
5. Моделирование и совершенствование структурной составляющей разработки ИС	Фаза С: Архитектура информационных систем Фаза F: Планирование перехода Фаза G: Управление реализацией	Выполнение	Документирование/моделирование текущей архитектуры Анализ разрывов Определение приоритетов и плана перехода к целевой модели Осуществление перехода
6. Инструментальное обеспечение и автоматизация разработки ИС	Фаза С: Архитектура информационных систем Фаза D: Технологическая архитектура Фаза F: Планирование перехода Фаза G: Управление реализацией	Выполнение	Документирование/моделирование текущей архитектуры Анализ разрывов Определение приоритетов и плана перехода к целевой модели Осуществление перехода

Продолжение таблицы 2

7. Методологическое обеспечение и экспертная поддержка разработки ИС	Нет аналога	Выполнение	Нет аналога
8. Оценка результатов	Управление требованиями Фаза Н: Управление изменениями в архитектуре	Проверка	Нет аналога
9. Обновление стратегии в области разработки ИС и, при необходимости, схемы коммуникации	Фаза Н: Управление изменениями в архитектуре Фаза А: Формирование архитектурного видения	Корректировка	

Таким образом, метод полностью соотносится с фазами цикла PDCA Э. Деминга. Но при этом предлагаемый метод вносит большую конкретику в отдельные шаги и повышает его практическую применимость в сфере разработки ИС.

Сравнении метода управления качеством разработки ИС с методом TOGAF выявило большое количество пересечений с отдельными этапами (фазами), несмотря на то, что последовательность выполнения этапов (фазами) отличается. При этом важно отметить, что в TOGAF не артикулирована и не выделена в отдельный этап (фазу) работа, связанная с методологическим обеспечением и экспертной поддержкой разработки ИС. Однако данный этап является важной частью процесса управления качеством разработки ИС и оказывает прямое влияние на получаемый результат.

Многие этапы, включенные в состав метода управления качеством разработки ИС, этап не зафиксирован в полном архитектурном процесс Meta Group. Что свидетельствует о том, что предлагаемый метод, в отличие от процесса Meta Group, является замкнутым и адаптивным, что является принципиально важным, с точки

зрения решения поставленных задач и управления качеством на уровне предприятия.

2.4. Организационно-ролевая коммуникация как механизм реализации базовой модели управления качеством разработки информационных систем

Важным элементом системы управления качеством является механизм, определяющий распределение зон ответственности и ролевую структуру. В рамках работы был проведен анализ ряда методологий, связанных с управлением процессами разработкой и внедрением информационных систем и включающих подходы к управлению качеством ИС: Rational Unified Process (RUP) [106], Microsoft Solutions Framework (MSF) [65], Dynamic Systems Development Method (DSDM) [109], PMI PMBOK [82], IT Infrastructure Library (ITIL) [116], Microsoft Operations Framework (MOF) [124], The Open Group Architecture Framework (TOGAF) [130].

Сравнительный анализ данных методологий изложен в работах Геркушенко Г.Г. [19], Зараменских Е.П. [32], Неборского С.Н. [62], Николаенко В.С. [64]. Дальнейшее развитие этот анализ получил в настоящем исследовании в части механизмов распределения зон ответственности и ролевой структуры для процессов разработки и внедрения ИС.

Методология MSF предназначена для выстраивания процессов разработки и внедрения информационных систем, при этом она содержит отдельный раздел, посвященный проектной группе. Проектная группа разделена на ролевые кластеры, для каждого из которых закреплена определенная область ответственности. При этом в качестве ключевого принципа вводится ответственность команды в целом за результат проекта и равноправность ролевых кластеров. Несмотря на практическую ориентированность методология не лишена недостатков. В качестве одного из ключевых необходимо отметить ограниченность ее применения. Положения данной методологии могут быть применены при выстраивании работы в проектных командах, но сложно применимы в масштабах ИТ-предприятия в целом. Кроме того, не раскрываются особенности выстраивания процессов

разработки и внедрения ИС для нескольких параллельных проектов с поддержанием целостности ИТ-инфраструктуры.

Методология RUP фокусируется на процессах разработки и внедрения информационных систем. При этом аспект, связанный с моделью ролей и их взаимодействием, не вынесены как отдельный раздел. Достаточно детальное описание каждого из процессов и этапа разработки ИС позволяет сформировать представление о том, какие роли должны быть в проекте. Для методологии RUP характерна ограниченность применения в масштабах предприятия и межпроектном взаимодействии.

DSDM имеет много общего с методологией RUP, в частности, необходимо отметить нацеленность данного метода на задачи проектного успеха, но ее отсутствие в рамках целостной ИТ-инфраструктуры.

Существует группа методологий, направленных на управление информационными технологиями, как набором сервисов, к ним относятся ITIL, MOF. Данные методологии ориентированы в большей степени на управление процессами поддержания ИТ-инфраструктуры предприятий в целом, т.е. не как отдельные проектные активности, а процессы поддержки ИС. Ключевым недостатком данных методологий является нацеленность на поддержание существующей ИТ-инфраструктуры, при этом его развитию уделяется меньше внимания. Этот факт обуславливает модели распределения ответственности и построение ролевых структур, нацеленных на обеспечивающие функции ИТ.

PMI PMBOK является более общим положением по управлению проектами, без фокусировки на разработке и внедрении ИС. С точки зрения организационно-ролевой модели стоит отметить важную особенность, которая заключается в наделении руководителя проекта ответственностью не только за организационную составляющую проекта (сроки, ресурсы), но и за качество продукта. При разработке и внедрении информационных систем такое объединение не всегда возможно и требует выделения отдельной роли, отвечающей за управление качеством продукта (информационной системы).

Принципиально отличный подход к построению организационно-ролевой коммуникации в процессах разработки и внедрения ИС предлагает TOGAF. Данная методология нацелена на системное управление ИТ-инфраструктурой с применением положений архитектурного подхода. Отличительной особенностью является введение в организационно-ролевую модель сущности «Архитектурный комитет», что позволяет осуществлять представительство различных заинтересованных сторон при принятии архитектурных решений. Недостатком методологии в части механизмов организационно-ролевой коммуникации является ее высокий уровень абстракции, снижающий потенциал ее практического применения.

Задача разграничения ответственности в процессах разработки и внедрения ИС решается предприятиями ИТ-сферы «на местах», при этом каждый раз предприятия получают уникальный опыт, который не всегда может быть в дальнейшем использован. Ряд предприятий ИТ-сферы публикуют фрагменты ролевых моделей на своих сайтах [7, 72, 80, 81].

Подводя итог всему выше сказанному, можно отметить несколько острых проблем, выявленных в результате анализа:

- отсутствие механизмов, описывающих взаимодействия между ролями и общую схему коммуникации, для системного управления ИТ-инфраструктурой не на уровне отдельных проектов, а на уровне предприятия в целом;
- проблему коммуникации между заказчиками и ответственными за развитие ИС. В случае возникновения потребности в доработке функции ИТ-инфраструктуры, бизнес-менеджер должен обладать достаточным уровнем компетенций, чтобы определить, к какому компоненту ИС относится его требование, и к кому из ответственных на стороне ИТ он должен обратиться. На практике наличие такого уровня компетенций заказчика не всегда возможно. Данная проблема зачастую решается либо через включение в штат подразделений сотрудников, обладающих соответствующими компетенциями, либо посредством формирования

отдельного подразделения на стороне заказчика, для подготовки необходимых запросов к ИС. Оба описанных подхода требуют существенных ресурсных вложений и не могут обеспечить эффективную коммуникацию между представителями бизнеса и ИТ.

В диссертационном исследовании была проведена работа по систематизации описанного в разных источниках материала, а также практического опыта, полученного в рамках консалтинговых проектов по внедрению методик управления процессами разработки и внедрения ИС. В результате проделанной работы был получен механизм организационно-ролевой коммуникации для процессов разработки и внедрения ИС (рисунок 4).

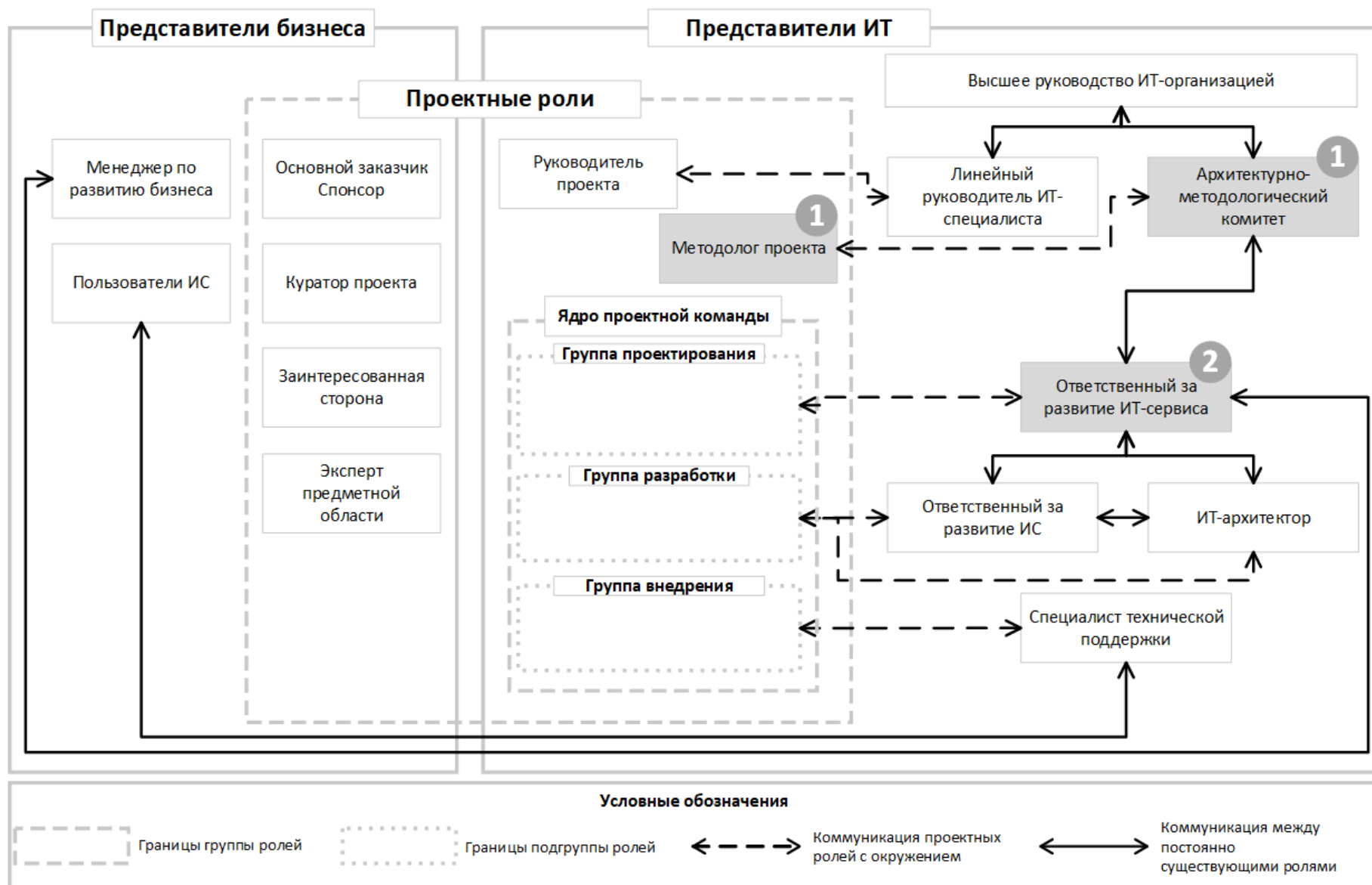


Рисунок 4. Механизм организационно-ролевой коммуникации для процессов разработки и внедрения ИС

В основу верхнеуровневой группировки ролей заложен принцип принадлежности специалиста, назначаемого на роль, конкретному департаменту. Роли, на которые, как правило, назначаются представители бизнес-подразделений собраны в группу «Представители бизнеса». Роли, на которые назначаются ИТ-специалисты, собраны в группу «Представители ИТ».

Роли из группы «Представители ИТ» выполняются специалистами ИТ-департамента, если разработка и внедрение ИС осуществляется предприятием самостоятельно. Если предприятие привлекает стороннее ИТ-предприятие для поддержки и развития ИС, роли из данной группы выполняются специалистами привлекаемого предприятия.

В отдельную группу «Проектные роли» собраны роли, которые существуют во время реализации проекта по разработке и внедрению ИС или доработке функциональности существующей ИС.

Внутри группы проектных ролей выделены подгруппы: «Группа проектирования», «Группа разработки», «Группа внедрения», в соответствии с типовым жизненным циклом ИС в проектах.

Стрелки, обозначающие коммуникацию между ролями, могут быть отнесены к одному из двух типов:

- первый тип – коммуникации, осуществляемые между проектными и постоянно существующими ролями. Этот тип коммуникации необходим для синхронизации принимаемых в проекте решений в части ресурсного управления, концептуальных и технических особенностей ИС;
- второй тип – коммуникации, которые могут осуществляться без проектов развития ИС. Таким образом, данный тип коммуникаций направлен на поддержание ИТ-инфраструктуры, а также выработки предложений по его развитию и последующего запуска проектов.

Представленный механизм включает два ключевых авторских предложения, на схеме они отмечены цифрами.

Первое предложение заключается в добавлении таких ролей, как «Архитектурно-методологический комитет» и «Методолог проекта». Появление

данных ролей соответствует принципам Системы Менеджмента Качества (СМК), зафиксированным в ISO 9001. В частности, через данную роль высшее руководство может реализовывать часть своих функций по управлению качеством:

- разработки политики и целей в области качества;
- системное управление проектами и инициативами, направленными на повышение качества продукции и процессов;
- внедрение процессного подхода и риск-ориентированного мышления.

Второе предложение предполагает введение роли «Ответственный за развитие ИТ-сервис». Понятие «ИТ-сервис» отражено во многих стандартах и методологиях ITIL [116], TNA [129], TOGAF [130]. ИТ-сервис представляет собой совокупность функций ИС и имеет набор интерфейсов, через которые осуществляется доступ к функциям.

Представленный механизм организационно-ролевой коммуникации был внедрен в процессы разработки и внедрения ИС логистической компании, занимающей лидирующие позиции на рынке РФ и стран СНГ. Использование данного механизма позволило достичь ряда практических результатов:

- за счет внедрения ролей «Методолог проекта» и «Архитектурно-методологический комитет» удалось сократить количество ошибок, допускаемых при проектировании ИС, выработать единый подход к документированию программного кода и внедрить базу знаний. Применение базы знаний в свою очередь позитивно отразилось на оперативности принимаемых решений в части проектирования ИС;
- внедрение роли «Ответственный за развитие ИТ-сервисов» позволило повысить потенциал развития предприятия за счет появления новых предложений и инициатив по развитию ИТ-сервисов.

Например, реализация предложенной организационно-ролевой модели в деятельности телекомпании РФ позволило:

- обеспечить централизованное архитектурное управление проектами и процессами развития, позволяющее снизить риски при реализации отдельных проектов и программ;

- поддерживать непротиворечивость и целостность компонентов предприятия, включая ИТ-инфраструктуру, что позволит снизить общую стоимость владения ИС.

Разделение ролей внутри проектной команды позволяет в явном виде разграничить ответственность в аспекте ресурсов и организации работ (ответственность за «Руководителем проекта») и содержательном аспекте, связанном с качеством принимаемых решений при разработке и внедрении ИС (ответственность за «Методологом проекта»).

ИТ-сервис позволяет не просто связать бизнес и ИТ-инфраструктуру, но может быть использован для переопределения зон ответственности за развитие ИТ и бизнеса в целом. Введение такой роли, как «Ответственный за развитие ИТ-сервис», позволяет сконцентрировать компетенции по ИТ-сервису в рамках одной команды специалистов, собрать весь пул запросов от бизнеса на развитие и доработку функциональных интерфейсов, относящихся к данному ИТ-сервису, в одном месте, а также создать потенциал для дальнейшего развития ИТ-сервисов.

Представленный механизм организационно-ролевой коммуникации может быть использован в качестве справочного материала при построении системы менеджмента качества. Ключевой особенностью механизма является то, что он позволяет перейти к системному управлению ИТ-инфраструктурой не на уровне отдельных проектов по разработке и внедрению ИС, а на уровне предприятия в целом. Применение механизма позволит существенно повысить качество процессов разработки ИС, а также качество коммуникации между ролями в проектах.

2.5 Механизмы реализации резервов повышения качества разработки информационных систем

Резерв повышения качества продукции в широком смысле понимается, как неиспользованные или потенциальные возможности предприятия, реализация которых может обеспечить повышение качества продукции. Понятие резервов не всегда сводится к снижению потерь в использовании ресурсов, это также может быть связано со снижением текущих и авансируемых затрат материальных,

трудовых и финансовых ресурсов при данном уровне развития производительных сил и производственных отношений.

Проблемы формирования резервов повышения качества продукции и услуг поставлены в работах Е.Б. Герасимовой, А.Л. Денисовой, А.А. Козлова, Н.П. Сапожникова, А.О. Хмелева и др

Для классификации резервов могут быть использованы разные подходы. Например, подход 6М предполагает классификацию резервов по следующим категориям:

- резервы персонала (man) – М1;
- резервы методов (methods) – М2;
- резервы материалов (materials) – М3;
- резервы машин (machines) – М4;
- резервы метрологии (metrology) – М5;
- резервы окружающей среда – М6.

Другая классификация предполагает категоризацию резервов по субъекту, формирующему резервы:

- партнерские, клиентоцентричные, т.е. резервы, связанные с клиентами или партнерами (в т.ч. поставщиками);
- персонально-командные, т.е. связанные с сотрудниками предприятия;
- процессно-технологическими, т.е. связанные с процессами предприятия и особенностями производства.

Также резервы могут быть разделены на:

- коммуникационные, т.е. связанные с особенностями и процессами коммуникации предприятия с заказчиками, клиентами и другими представителями рынка;
- информационные, т.е. резервы, связанные с информацией и способами ее обработки на предприятии.

По результатам проведенного исследования особенностей и проблем в области управления качеством ИС и процессов их разработки, деятельности предприятий среднего бизнеса сферы ИТ, результаты которого подробно описаны

в главе 1 данной работы, было установлено, что несколько ключевых резервов повышения качества разработки ИС скрывается в части:

- коммуникации и формализации взаимодействий между исполнителями и заказчиками ИС;
- взаимодействия бизнеса и ИТ-инфраструктуры и синхронизации принимаемых решений.

При этом важно отметить, что, применяя представленные выше классификации резервов, первый резерв, связанные с коммуникацией и формализацией взаимодействия между исполнителями и заказчиками ИС, может быть отнесен к клиентоцентричным коммуникационным и частично информационным резервам, во многом связанные с методами работы предприятия.

Резерв в части взаимодействия бизнес и ИТ-инфраструктуры должен быть отнесен в категорию информационных резервов, связанных с процессами и технологиями работы предприятия.

Для реализации указанных резервов необходимо обеспечить решение одной из актуальных проблем в области системного подхода, выявленной и описанной в параграфе 2.1. Данная проблема заключается в том, что на текущий момент применяемая в системном подходе последовательность создания моделей систем не включает в себя предварительной фазы (фазы 0), которая формировала бы метамодель.

В реализации резерва, связанного с коммуникацией и формализацией взаимодействия между исполнителем и заказчиком ИС, ключевую роль играют документы, которые заверяются подписями сторон и являются основой при принятии решений в рамках проекта. К документам можно отнести технические задания, ИТ-концепции, пояснительные записки и т.д. Документы должны содержать артефакты, которые представляются в виде диаграмм (схем, рисунков, эскизов), матриц и реестров. В свою очередь артефакты содержат взаимосвязанные между собой объекты (сущности).

На рисунке 5 представлен механизм коммуникации исполнителя и заказчика ИС. Основной идеей, заложенной в основу данной схемы является единая

метамодель и глоссарий, который содержит трактовку каждого термина. Применение метамодели позволяет синхронизировать подходы к управлению предприятием, применяемые на стороне исполнителя и заказчика, в том числе в части управления качеством ИС.

Также предлагаемый механизм позволяет эффективнее управлять перечнем и составом документов и выстроить процесс их последующего согласования за счет единого восприятия содержания обеими сторонами.



Рисунок 5. Механизм коммуникации исполнителя и заказчика ИС на базе метамодели

Представленный механизм имеет ряд принципиальных особенностей и ограничений:

- необходимо планировать ресурсы на первичное согласование и синхронизацию метамodelей и глоссария; на практике это сильно зависит от степени зрелости систем управления и стандартизации исполнителя и заказчика;
- данная схема принесет наибольший эффект при долгосрочном сотрудничестве исполнителя и заказчика, т.к. затраты на старте могут быть компенсированы на длительном временном периоде;

- реализация предложенного механизма коммуникации между исполнителем и заказчиком основана на доверительных и договорных взаимоотношениях, т.к. потребует интеграции с обеих сторон;
- внедрение данного механизма коммуникации должно сопровождаться изменениями системы управления заказчика.

В соответствии с приведенным механизмом коммуникации можно выделить две ключевые функции метамодели:

- первая и основная – коммуникативная функция, т.е. метамодель выступает как инструмент синхронизации терминологии, используемой на предприятии в различных областях.
- вторая – это функция интегратора отдельных моделей и поддержание целостности на уровне системы в целом. Для реализации этой функции метамодели на предприятии может быть применено специализированное программное обеспечение. В этом случае метамодель закладывается в основу данного инструмента в процессе его настройки.

Предложенный механизм коммуникации позволяет предприятию получить следующие результаты:

- создать единый глоссарий;
- выявить и систематизировать объекты управления;
- систематизировать требования к автоматизации процессов разработки информационных систем;
- использование мировых практик в области управления качеством разработки ИС.

Для реализации резерва в части взаимодействия бизнеса и ИТ-инфраструктуры и синхронизации принимаемых решений необходимо начать с рассмотрения процессов разработки ИС.

Проектирование и разработка ИС является сложным процессом, связанным с выработкой концепции решения, последующей ее детализацией и реализацией в программной среде. При этом очень важно понимать не только то, как устроена

работа ИС и ее компонентов, но и отслеживать, как ИС встраивается в деятельность предприятия. Это позволяет снизить риск системных ошибок.

В процессе проектирования ИС наиболее важное значение приобретает проблема встраивания ИС в бизнес-процессы предприятия и ее воздействие на бизнес-цели. Для решения данной проблемы применяются методы системного подхода, которые условно могут быть разделены на две категории:

- первая позволяет эффективно осуществлять верхнеуровневое моделирование бизнеса и ИТ-инфраструктуры;
- вторая позволяет строить детальные модели, описывающие особенности работы информационной системы.

Остается нерешенной задача, связанная с построением взаимосвязей между верхнеуровневыми описаниями функций, поддерживающих бизнес-процессы, и детализированными функциями информационной системы (ИС). В трудах Bhattacharya P. [105], Lankhorst M. [121] представлены некоторые результаты работы в области решения данной задачи, однако, нельзя говорить о том, что найдено окончательное решение.

Это приводит к проблеме, которая связана с отсутствием взаимодействия бизнеса и ИТ-инфраструктуры, что приводит к негативным последствиям:

- a. дублирование функций в разных компонентах ИС;
- b. сложности в интеграции компонентов ИС из-за отсутствия понимания того, какие бизнес-функции реализованы в системе;
- c. сложности на уровне управления данными и информацией.

Следствием описанных проблем является сложность в развитии ИТ-инфраструктуры и планирование финансовых ресурсов, т.к. для развития бизнеса не всегда есть исчерпывающая и достоверная информация о функциях ИС.

Для решения обозначенных проблем требуется перераспределение ответственности за развитие функций ИС, а также выработка новых принципов управления. Для этого предлагается механизм трансформации, обеспечивающий синхронизацию верхнеуровневых моделей бизнеса и ИТ-инфраструктуры. Его внедрение позволяет снизить общую неопределенность, которая возникает в

процессе определения бизнес целей и перехода к их достижению за счет средств автоматизации.

Деятельность предприятия может быть представлена в виде иерархии бизнес-функций (дерева бизнес-функций), которые являются укрупненными операциями бизнес-процессов.

Еще одним важным понятием, использованным в работе, является «ИТ-сервис». Данное понятие отражено во многих стандартах и методологиях ИТИЛ [116], TNA [129], TOGAF [130]. Под ИТ-сервисом понимается совокупность функций ИС и набора интерфейсов, определяющих доступ к ним.

Механизм трансформации может быть представлен в виде схемы, описывающей особенности взаимодействия бизнеса и ИТ-инфраструктуры (рисунок 6).

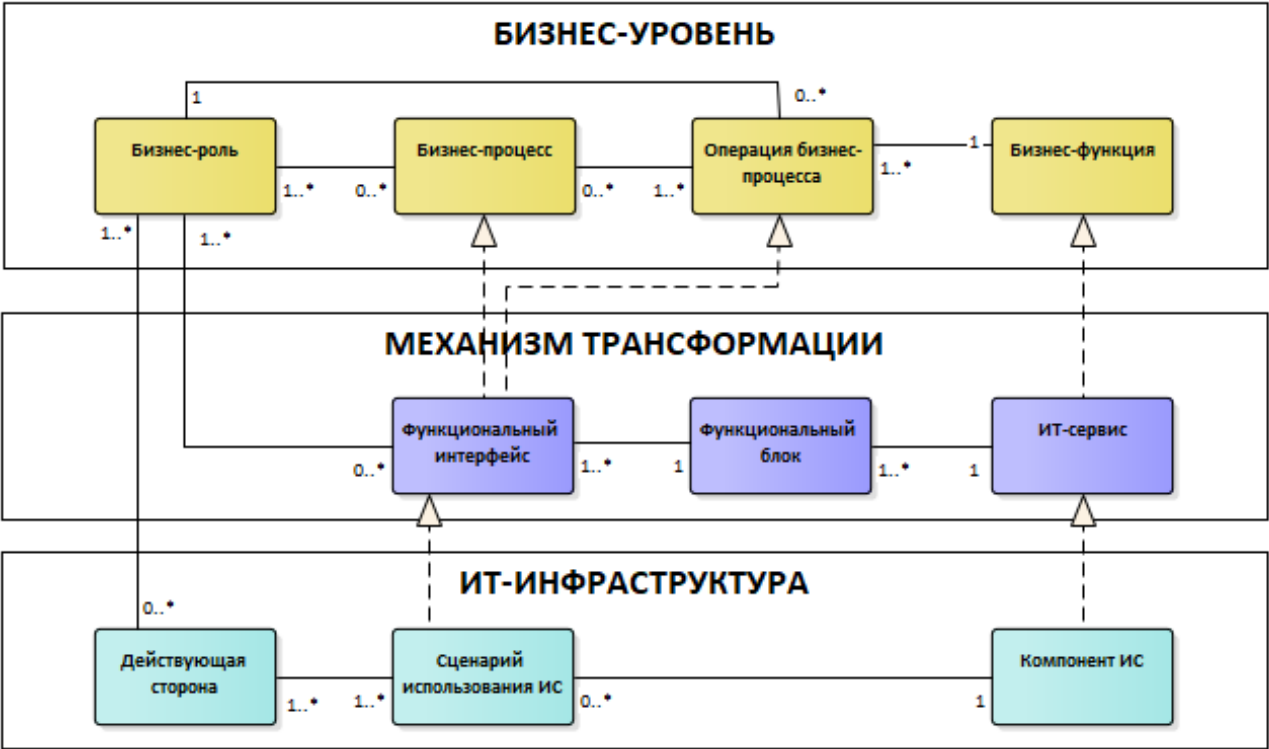


Рисунок 6. Механизм трансформации для взаимодействия бизнеса и ИТ-инфраструктуры

Механизм трансформации реализуется за счет введения трех ключевых объектов: ИТ-сервиса, функционального интерфейса и функционального блока.

Функциональный интерфейс – способ взаимодействия бизнес-пользователей с ИС для получения значимого результата, достижения целей и удовлетворения одного или нескольких исходных требований. Важно отметить, что под функциональным интерфейсом следует понимать совокупность возможностей, результатов, ограничений и требований, формируемых к ИС, исходя из потребностей бизнеса.

При проработке функциональных интерфейсов не ставится задача описать архитектуру конкретной ИС. Основная задача на данном этапе – выявить требования, которые предъявляются к функциональности информационных систем предприятия, как единому целому.

После проработки функциональных интерфейсов происходит трансформация собранных требований в требования к решению. Данный процесс сопровождается определением конкретных информационных систем, в которых будут реализованы функциональные интерфейсы, и выбором технологических платформ. Результатом данной работы являются модели сценариев использования ИС.

Сценарий использования ИС – совокупность основного и альтернативных потоков шагов (событий, действий) по взаимодействию действующей стороны с ИС. Сценарий использования ИС содержит описание в привязке к конкретной ИС. В нем отражены особенности функционирования ИС, в том числе, описания пользовательских интерфейсов, алгоритмов работы ИС и структур обрабатываемой информации.

ИТ-сервис выступает в качестве основы для классификации функций систем, но в тоже время имеет связь с функциональными интерфейсами, сгруппированным в функциональные блоки, что делает его доступным для использования со стороны бизнеса.

ИТ-сервис имеет связь с бизнес-функциями, с одной стороны, и компонентами ИС, с другой, тем самым позволяя выявить, в каких ИС реализуются функции, необходимые для осуществления того или иного вида деятельности предприятия.

Механизм трансформации предполагает дублирование связей по линиям: «Бизнес-процесс/Операция бизнес-процесса – функциональный интерфейс – сценарий использования ИС» и «Бизнес-функция – ИТ-сервис – Компонент информационной системы». Наличие данных связей позволяет обеспечить взаимодействие бизнеса и ИТ-инфраструктуры на разных уровнях представления. Если нужна детализация, можно использовать первую линию, если требуется общий взгляд на ИТ-инфраструктуру лучше использовать вторую.

Таким образом, реализация резерва в части взаимодействия бизнеса и ИТ-инфраструктуры осуществляется посредством механизма трансформации с помощью функциональных интерфейсов, которые сгруппированы в функциональные блоки, встраиваемые в дерево бизнес-функций и представляющие собой третий уровень декомпозиции. При этом работа с функциональными блоками и функциональными интерфейсами фокусируется на решении задач автоматизации, а моделирование бизнес-функций на решение бизнес-задач. Их объединение в одно дерево позволяет сделать первый практический шаг к синхронизации бизнеса и ИТ-инфраструктуры.

Применение описанного в данной работе механизма трансформации позволило повысить эффективность поддержки и развития информационных систем в логистической компании, занимающей лидирующие позиции на рынке РФ и стран СНГ, за счет внедрения нового шаблона технического задания. Данный шаблон сочетает в себе:

- описание требований к функциональным интерфейсам, которое позволяет сконцентрироваться на анализе значимых с точки зрения бизнеса нюансов;
- детальное описание сценариев использования ИС, которое позволяет осуществить постановку задач разработчикам, а также обеспечить качественное специфицирование разрабатываемого программного кода.

В качестве примера можно привести функцию, связанную с управлением взаимоотношениями с клиентами, для которой можно рассмотреть

функциональный интерфейс «Оформить заявку на перевозку груза». Данный функциональный интерфейс определяется набором:

- возможностей, которые предоставляются пользователю, как, например, внесение определенного набора информации о перевозке (отправитель, получатель, характер груза и пр.);
- результатов, которые будут достигнуты, например, в ИС записываются конкретные данные и запускается процесс планирования перевозки;
- требований, например, требования к скорости обработки и сохранения информации;
- ограничений, например, функциональный интерфейс выполняет обработку перевозок только внутри РФ.

Представленный функциональный интерфейс реализован посредством двух сценариев взаимодействия в разных ИС. При этом данные сценарии принципиально отличаются друг от друга, т.к. ИС реализованы на разных технологических платформах. Набор пользовательских интерфейсов, алгоритмов работы и структур хранения информации полностью отличается, но, с точки зрения, функционального интерфейса в обеих ИС реализуются одни и те же возможности и результаты с заданными требованиями и ограничениями.

Автором предложен механизм трансформации, которые заключается в введении нескольких новых понятий в процессы разработки ИС, а именно понятий: функциональный блок и функциональный интерфейс. За счет введения новых понятий и их встраивание и связь с существующими в области разработки ИС понятиями механизм трансформации позволяет реализовать резерв в части взаимодействия бизнеса и ИТ-инфраструктуры, а также решается ряд задач:

- задача сбора и уточнения требований к ИС с акцентом на бизнес-процессах и бизнес-функциях,
- задача декомпозиции и моделирования архитектуры ИС для дальнейшего использования при разработке и поддержке программного кода конкретной ИС.

Описанный механизм трансформации позволяет решать принципиальную задачу сквозной взаимосвязи реализации функций информационных систем с уровня бизнеса до ИТ-инфраструктуры и может быть использован:

- при проектировании информационных систем и оценке масштабов изменений бизнеса и слоя информационных систем;
- при трансформации бизнес-моделей и выработке проактивных инициатив по совершенствованию деятельности предприятия и поиску «узких мест» в части автоматизации.

Предложенный в данном параграфе механизм реализации резервов повышения качества разработки ИС обеспечивают следующие преимущества для ИТ-компаний:

- снижение риска принятия противоречивых решений, например, дублирование функционала, удаление важных элементов, без предварительного комплексного анализа последствий и т.д;
- повышение эффективности сбора требований за счет формирования единого языка между заказчиком и исполнителем;
- сокращение общего времени согласования документов и решений с заказчиком;
- повышение результативности работы с комплексными задачами за счет применения инструментов и методов моделирования;
- раскрытие потенциала в части генерации новых идей и предложений (в т.ч. проработка гипотез).

Выводы по главе 2

Во второй главе представлена базовая модель системы управления качеством разработки информационных систем, построенная на базовых принципах системного подхода и классических принципах управления качеством, сформулированных Демингом, Кросби, а также заложенных в основу TQM и стандарта ГОСТ Р ISO 9001 и его дополнений.

В качестве одного из ключевых элементов базовой модели управления качеством разработки ИС является метод управления качеством разработки ИС, среди основных особенностей которого необходимо отметить:

- реализация и последующая поддержка единой системы документирования, основанной на графическом отображении информации в виде диаграмм и матриц, а также применение общепринятой терминологии (гlossария);
- ведение общедоступной базы знаний, наполнение которой формализовано в соответствии с принятыми правилами документирования, что позволяет использовать накопленную информацию, а также обеспечивает отчуждаемость знаний и снижает зависимость от человеческого фактора;
- выстраивание сквозного процесса и построение механизмов коммуникации, которые включают матрицу ответственности, диаграммы информационных потоков;
- постоянное совершенствование процесса разработки ИС, в первую очередь, за счет внедрения в структуру предприятия архитектурного комитета, обеспечивающего непрерывное совершенствование процессов разработки ИС.

Таким образом, принципиальным отличием управленческих процессов, направленных на повышение качества разработки ИС на предприятии, применившем предлагаемый метод (целевое состояние), в сравнении с текущим состоянием является системность и последовательность внедрения изменений, непрерывный мониторинг результативности процессов разработки ИС, их оценка и своевременное принятие управленческих решений.

Важно отметить ряд качественных изменений в деятельности предприятия, применивших описанные предложения, которые заключаются в том, что:

- внедренные процессы непрерывного совершенствования позволили руководителям высшего и среднего звена оперативно получать информацию об отклонениях в выполнении процессов разработки ИС и своевременно применять корректирующие воздействия, как локальные, в

рамках конкретного проекта, так и общие, влияющие на выполнение всех текущих и будущих проектов;

- накопление информации в базе знаний и постоянная методологическая экспертная поддержка позволили увеличить общий уровень квалификации сотрудников;
- накопление информации в базе знаний и ее последующий анализ позволили выйти с проактивными инновационными предложениями в части совершенствования ИТ-инфраструктуры предприятий-заказчиков.

Достижение данных результатов стало возможно благодаря разработанным в рамках данного исследования механизма трансформации и механизма коммуникации исполнителя и заказчика ИС на базе метамоделей. Применение данных механизмов позволило реализовать выявленные резервы качества разработки ИС:

- коммуникации и формализации взаимодействий между исполнителями и заказчиками ИС;
- взаимодействия бизнеса и ИТ-инфраструктуры и синхронизации принимаемых решений.

А это, в свою очередь, позволяет снизить риск возникновения нежелательных последствий, среди которых стоит выделить:

- а. дублирование функций в разных компонентах ИС;
- б. сложности в интеграции компонентов ИС из-за отсутствия понимания того, какие функции реализованы в системе;
- с. сложности на уровне управления данными и информацией.

Предложен механизм организационно-ролевой коммуникации, который является важным элементом базовой модели управления качеством разработки ИС и определяет распределение зон ответственности и ролевую структуру.

В рамках диссертационного исследования проведена работа по систематизации описанного в разных источниках материала, а также практического опыта, полученного в рамках консалтинговых проектов по

внедрению методик управления процессами разработки и внедрения ИС. Это позволило:

- обеспечить централизованное управление проектами и процессами развития, позволяющее снизить риски при реализации отдельных проектов и программ;
- поддерживать непротиворечивость и целостность бизнеса и ИТ-инфраструктуры, что позволило снизить общую стоимость владения ИС.

В составе базовой модели управления качеством разработки ИС была обозначена потребность в разработке комплексного показателя качества ИС, необходимого для учета и контроля результативности разработки ИС.

ГЛАВА 3. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

3.1. Методы оценки качества разработки информационных систем

Разработка ИС преимущественно реализуется через проектную деятельность. Таким образом, во многих случаях рационально оценивать качество разработки ИС, как качество реализации проекта, в рамках которого осуществляются работы по разработке. При этом вопросам оценки и управления качеством проектов уделено достаточно много внимания в ведущих мировых методологиях и стандартах по проектному управлению, среди которых можно отметить PMBOK, PRINCE2 и другие.

При рассмотрении предприятий среднего бизнеса сферы информационных технологий, реализующих аутсорсинговую модель взаимодействия с ключевыми заказчиками, проектная деятельность в некоторой степени преобразуется в операционно-процессную. Из-за этого следует отметить, что оценку качества разработки на таких предприятиях целесообразно производить комплексно сквозь проекты. Это связано с тем, что:

- команды и отдельные исполнители работы, как правило, распределены между несколькими проектами;
- управление ресурсами происходит минимум в два этапа: централизованное распределение ресурсов по проектам, после чего управление ресурсами в рамках отдельно взятого проекта;
- многие показатели качества, которые важны для руководителей компании являются кросс-проектными, не привязанными в явном виде к отдельному проекту.

Рассматриваемый в работе процесс разработки информационной системы описан в [11] и относится ко второму сценарию, который характеризуется тем, что разработка программного продукта осуществляется относительно небольшим тиражом с известной областью и внешней средой применения, для конкретного потребителя-заказчика, который определяет требования к функциям и характеристикам качества, финансирует и выделяет ресурсы. При этом заказчик в

такой схеме выбирает конкурентоспособного поставщика-производителя продукта, которого оценивает на возможность реализовать проект с необходимым качеством с учетом ограничения требуемых бюджета, сроков и других ресурсов. При этом результаты разработки не обязательно подлежат широкому тиражированию, могут не поступать на рынок, маркетинговые исследования для таких проектов являются второстепенными и предварительно могут не проводиться.

Вопросы, связанные с комплексными оценками качества впервые поставлены в работах Г.Г. Азгальдова [1, 21, 74, 75].

В работе [97] представлена принципиальная схема разработки комплексной оценки качества, состоящая из следующих этапов:

- определение номенклатуры показателей качества и построение их структурной схемы;
- определение коэффициентов весомости показателей качества;
- расчет относительных показателей качества;
- выбор вида функциональной зависимости;
- вычисление комплексного показателя качества.

Другой подход к построению комплексной оценки качества представлен в [25], где к ключевым этапам отнесены следующие:

- выбор номенклатуры показателей качества и обоснование ее необходимости и достаточности;
- выбор или разработка методов определения значений показателей качества;
- выбор базовых значений показателей и исходных данных для определения фактических значений показателей качества оцениваемой продукции;
- определение фактических значений показателей качества и их сопоставление с базовыми;
- сравнительный анализ вариантов возможных решений и нахождение наилучшего;
- обоснование рекомендаций для принятия управляющего решения.

Для определения номенклатуры показателей был проведен поиск и анализ ряда методик и подходов к оценке качества процессов и проектов разработки ИС.

Была рассмотрена одна из методика СЕТИН [60] для оценки трудоемкости и стоимости проектов по разработке ИС, подробнее описанная в работах Вагановой Е.В. [11].

В [70] приведен подход к оценке качества информационной системы «от дефектов». В нем ключевую роль занимают параметры, описывающие не то, насколько хорошо, работает информационная систем (ее сильные стороны), а то, насколько часто информационная система дает сбои (слабые стороны).

Ряд важных положений зафиксирован в [69], где авторами описан перечень факторов, оказывающих непосредственное влияние на критерии качества, в частности:

- количество разработчиков информационных систем;
- условия обеспечения процесса разработки;
- характеристики специальных средств и элементов;
- сложность выполняемых при помощи информационных систем процедур;
- уровень агрессивности и сложности внешней среды.

Также был проведен сравнительный анализ моделей и стандартов в области оценки качество разработки ИС: модель Боэма [107], модель МакКола [122], модель Геци [112], модель FURPS/FURPS [113], модель ISO/IEC 25000:2014 (SQuaRE), ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015, модель ISO/IEC 9126, модель ISO/IEC 14598-3:2000, модель TickIT [93], ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504.

К основной проблеме, выявленной в результате анализа моделей качества, относится недостаточный уровень проработанности аспекта, связанного с качеством процессов разработки информационных систем. Большинство проанализированных моделей качества: модель Боэма [107], модель Геци [112], [113], модель МакКола [122], сфокусировано на качестве информационных систем (программной продукции), в то время, как качеству процессов разработки информационных систем уделено значительно меньше внимания.

Второй важной проблемой является то, что в моделях, которые фокусируются на оценке качества процессов разработки информационных систем, прослеживается сильный перевес в сторону качественных метрик процессов по сравнению с количественными.

Для решения задач выявления классификации показателей качества разработки ИС было введено два принципа:

1. разделение показателей по объекту качества: информационная система, как продукт, и процесс разработки информационной системы;
2. разделение показателей в зависимости от контекста: функциональные и нефункциональные метрики, а также особенности архитектуры – внутреннее качество; соответствие заявленным требованиям и ожиданиям заинтересованных сторон – внешнее качество.

В результате интеграции рассмотренных моделей и подходов к оценке качества разработки ИС была сформирована номенклатура показателей качества разработки ИС, представленная в таблице 3.

Таблица 3. Номенклатура показателей качества ИС

Наименование показателя	Описание и формула расчета
Доля задач с отклонением по сроку ($K_{ср.}$)	Показатель определяет количество задач, завершённых с отклонением от планового срока, относительно общего количества задач выполненных за определённый период.
Отклонение по бюджету ($K_{бюд.}$)	Показатель определяет количество задач, завершённых с отклонением по бюджету, относительно общего количества задач выполненных за определённый период.
Коэффициент загруженности ($K_{загр.}$)	Определяет долю непроизводительных трудозатрат в общем объёме трудозатрат за определённый период
Коэффициент дефектности ($K_{деф.}$)	Определяет долю трудозатрат, связанных с исправлением ошибок и оказанием дополнительных консультаций, в общем объёме трудозатрат за определённый период.

Для определения функциональной зависимости между показателями была сформирована экспертная группа из 7 экспертов. По результатам работы экспертной группы комплексный показатель качества разработки ИС (W)

определяется через аддитивную свертку показателей с соответствующими коэффициентами (1):

$$W = c_1 * K_{\text{ср.}} + c_2 * K_{\text{бюд.}} + c_3 * K_{\text{загр.}} + c_4 * K_{\text{деф.}} \quad (1)$$

$$\text{где, } \sum_{i=1}^4 c_i = 1$$

Уровень компетентности экспертов обеспечивался входными требованиями, в частности:

- эксперт занимает должность руководителя ИТ-предприятия или ИТ-департаментом не менее 3-х лет;
- эксперт имеет опыт работы в сфере ИТ не менее 5 лет.

Представленный показатель качества разработки ИС (W) может принимать значения в диапазоне от 0 до 1. При этом чем ближе значение к 1, тем выше уровень качества разработки ИС на предприятии. Также представленный показатель качества разработки ИС (W) сочетает в себе показатели качества, оказывающие прямое влияние на ключевые показатели экономической эффективности деятельности предприятия.

Значения коэффициентов c_i могут быть определены на уровне предприятия, внедряющего представленный комплексный показатель, при этом должны быть учтены особенности данного предприятия, но в сумме коэффициенты должны давать 1.

Показатели по отклонениям от бюджета ($K_{\text{бюд.}}$) и сроков ($K_{\text{ср.}}$) напрямую влияют на степень лояльности заказчика, что сказывается на объеме заказываемых услуг.

Через коэффициент загруженности ($K_{\text{загр.}}$) определяется объем трудовых затрат, понесенных сотрудниками на ожидание заданий (простой в работе). Чем выше коэффициент загруженности, тем выше уровень загрузки сотрудников, как следствие снижение объема простоев и расходов на фонд оплаты труда (ФОТ). Повышение коэффициента загруженности может оказывать позитивное влияние на производительность труда, при прочих равных условиях, т.к. сотрудники большее количество единиц времени заняты производственными задачами, что позволяет обрабатывать результативнее.

Коэффициент дефектности ($K_{\text{деф.}}$) влияет на количество затрат понесенных на исправление ошибок (дефектов), допущенных в процессе разработки ИС. Снижение количества ошибок (дефектов) приводит к сокращению расходов и повышению зависимых экономических показателей эффективности.

3.2 Оценка результативности реализации методов и механизмов базовой модели управления качеством разработки информационных систем

Для оценки результативности модели управления качеством разработки ИС и метода управления качеством ИС было проведено исследование, в рамках которого процесс разработки ИС на типовом предприятии среднего бизнеса был перестроен в соответствии с представленными во второй главе данной работы положениями.

Для доказательства результативности представленных положений, а именно базовой модели управления качеством разработки ИС и метода управления качеством ИС, были выбраны два показателя качества разработки ИС, определяющих в итоге комплексный показатель качества разработки ИС:

- коэффициент загруженности ($K_{\text{загр.}}$), который определяет долю непроизводительных трудозатрат в общем объеме трудозатрата за определенный период;
- коэффициент дефектности ($K_{\text{деф.}}$), который определяет долю трудозатрат, связанных с исправлением ошибок и оказанием дополнительных консультаций, в общем объеме трудозатрат за определенный период.

Среди факторов, которые повлияли на повышение качества процессов разработки ИС по указанным показателям, необходимо отметить:

1. степень формализации БП и наличие методической базы;
2. уровень информированности команды проекта о решениях, принятых в предыдущих проектах;
3. качество и эффективность коммуникации с заинтересованными сторонами;
4. эффективность использования производственных часов (длительность служебных совещаний и внутренних статусных встреч).

Для расчета коэффициента загруженности предлагается следующая формула (2):

$$K_{\text{загр.}} = \frac{Z_i - R_i}{Z_i}, \quad (2)$$

где $K_{\text{ут.}}$ – коэффициент загруженности в i -ую неделю,

i – неделя, в которую осуществлялись замеры показателей,

Z_i – общие трудозатраты, которые формируются как сумма затрат на операционную деятельность, простои, консультации и исправление ошибок,

R_i – непроизводительные трудозатраты, связанные с простоем сотрудников.

Для расчета коэффициента дефектности предлагается следующая формула (3):

$$K_{\text{деф.}} = \frac{Z_i - Q_i}{Z_i}, \quad (3)$$

где $K_{\text{деф.}}$ – показатель дефектности в i -ую неделю,

i – неделя, в которую осуществлялись замеры показателей,

Z_i – общие трудозатраты, которые формируются как сумма затрат на операционную деятельность, простои, консультации и исправление ошибок,

Q_i – трудозатраты, связанные с исправлением ошибок и оказанием дополнительных консультаций.

В качестве основной гипотезы было принято то, что применение модели и метода управления качеством разработки ИС должны сократить трудозатраты, связанные с исправлением ошибок и получением дополнительных консультаций, а также снизить непроизводительные трудозатраты, связанные с простоем сотрудников.

Сбор данных производился посредством внедренной на предприятии информационной системы учета рабочего времени и контроля выполнения задач.

На первом этапе были собраны данные по отдельным задачам, при этом фиксировалась информация:

- наименование задачи;

- тип выполняемой задачи. В качестве типа может быть указано, что:
 - задача выполняется в рамках операционной деятельности;
 - задача направлена на исправление ошибки, допущенной сотрудниками предприятия ранее;
 - задача-консультация направлена на получение дополнительной информации у экспертов со стороны бизнес-заказчика, либо запрос дополнительных пояснений по функциям одной из информационных систем у технических специалистов предприятия;
 - задача создана для учета простоя, т.е. ситуаций, когда сотрудник предприятия не может приступить к выполнению операционной деятельности не по своей вине.
- фактические трудозатраты исполнителя;
- плановые трудозатраты на задачу;
- фактический срок завершения задачи;
- плановый срок завершения задачи.

На втором этапе была произведена группировка полученных данных по неделям. При этом учитывалось то, что списания по одной задаче могут производиться в разные периоды времени, в этом случае списания попадали в тот временной период, в котором они осуществлялись, а на основании указанной в атрибутах задачи информации данные учитывались в расчете соответствующего критерия по формулам 2-3.

Полученные в результате второго этапа данные были разделены на две группы:

- период с 01.01.2018 по 28.04.2019 – контрольная группа, отображающая результаты работы предприятия до применения метода повышения качества процессов разработки информационных систем (приложение 2);
- период с 29.04.2019 по 17.11.2019 – экспериментальная группа, отображающая результаты работы предприятия после применения

метода повышения качества процессов разработки информационных систем (приложение 3).

В исследовании не производился дополнительный анализ переходного периода, который составил около 2-5 недель на стыке двух выборок (апрель-май 2019), но в последующих исследованиях, в случае масштабирования метода на крупные предприятия, следует рассмотреть аспект, связанные с влиянием переходного периода на показатели работы предприятия.

Далее была произведена группировка полученных данных по неделям. При этом учитывалось то, что отметки об отработанном времени по одной задаче могут производиться сотрудниками многократно в разные периоды времени. В этом случае каждая отметка учитывалась в том временном периоде, в котором она была зафиксирована, т.е. по одной задаче данные о списании времени могли попасть в несколько временных периодов.

В общей сложности объем выборки составил 97 измерений (недель). Базовое состояние включает 68 измерений (недель), целевое – 29 измерений (недель). Группировка по неделям была осуществлена на основе данных по 88 180 задачам.

Для приведенных статистических данных был произведен расчет показателей описательной статистики. В таблицах 4-6 представлен результат расчета показателей описательной статистики для исходных данных контрольной группы.

Таблица 4. Показатели описательной статистики для общих трудозатрат контрольной группы (01.01.2018 по 28.04.2019)

Z						
Среднее	Стандартная ошибка	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
4987,8361	150,4085	1240,3	1538344,81	-0,0217	0,2007	68

Таблица 5. Показатели описательной статистики для непроизводительных трудозатрат контрольной группы (01.01.2018 по 28.04.2019)

R						
Среднее	Стандартная ошибка	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
793,3325	24,9262	205,5463	42249,29	2,3806	1,3581	68

Таблица 6. Показатели описательной статистики трудозатрат, связанных с исправлением ошибок и оказанием дополнительных консультаций, контрольной группы (01.01.2018 по 28.04.2019)

Q						
Среднее	Стандартная ошибка	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
1529,2032	38,2894	315,7428	99693,5074	0,3125	-0,3942	68

Результат расчета показателей описательной статистики для рассчитанных критериев по контрольной группе представлена в таблицах 7-8.

Таблица 7. Показатели описательной статистики коэффициента загруженности контрольной группы (01.01.2018 по 28.04.2019)

$K_{\text{загр.}}$						
Среднее	Стандартная ошибка	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
0,8605	0,003089	0,02547	0,000649	-0,55438	-0,249039	68

Таблица 8. Показатели описательной статистики показателя дефектности контрольной группы

$K_{\text{деф.}}$						
Среднее	Стандартная ошибка	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
0,76304	0,002859	0,023577	0,000556	-1,14104	0,248	68

На основании проведенного обследования (приложение 1) и рассчитанных по данной выборке показателей описательной статистики (таблицы 3-8) с уровнем надежности 95% можно предположить, что коэффициент загруженности за период с 01.01.2018 по 29.04.2019 варьировался в диапазоне от 0,8544 до 0,8667. Плотность распределения вероятности для коэффициента загруженности представлен на рисунке 7.

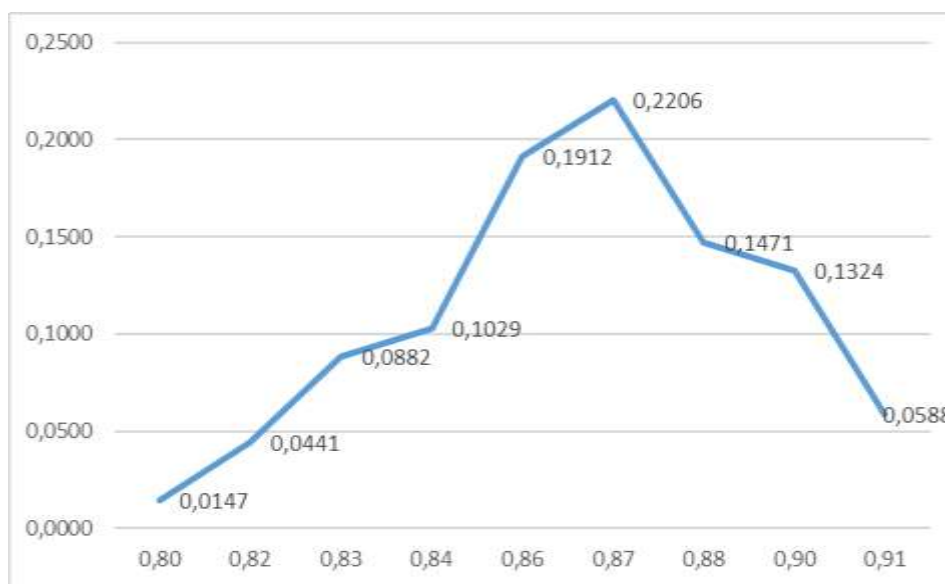


Рисунок 7. Плотность распределения вероятностей для коэффициента загруженности в контрольной группе (01.01.2018 по 28.04.2019)

На основе значения асимметричности можно сделать вывод о том, что плотность имеет небольшую левостороннюю асимметричность, но в целом распределение близко к нормальному. Из этого можно сделать вывод, что загруженность в контрольной группе достаточно высокая и сконцентрирована в районе среднего значения. Но при этом отклонения по коэффициенту загруженности есть и ряд показаний попадают в диапазон до 0,84, что считается неприемлемым с точки зрения бизнес-результатов, т.к. в этом случае предприятие несет существенные затраты на оплату непроизводственных ресурсов, возникшие из-за недогрузки производства.

Показатель дефектности за тот же период варьировался в диапазоне от 0,7573 до 0,7687. Ряд распределения вероятности для показателя дефектности представлен на рисунке 8.

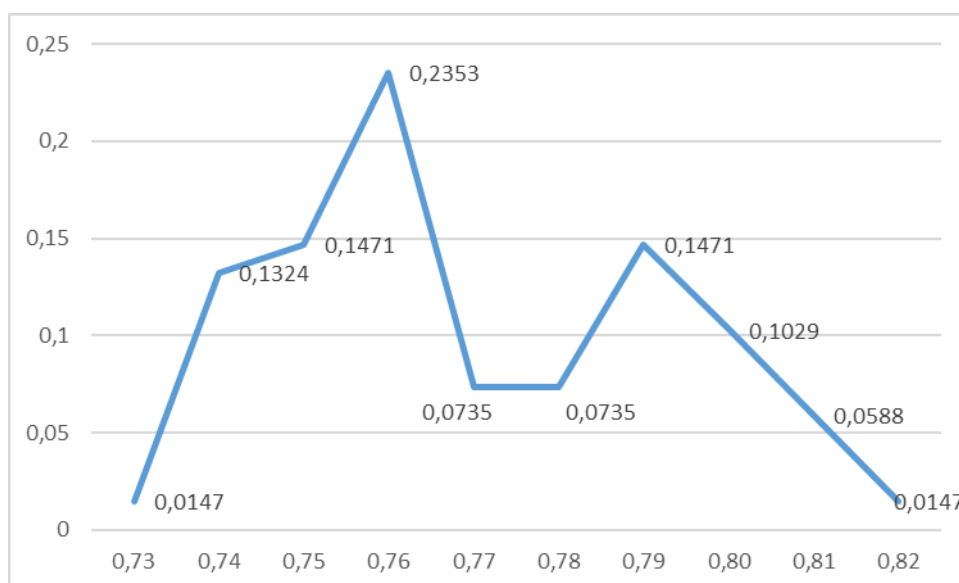


Рисунок 8. Плотность распределения вероятностей для коэффициента дефектности в контрольной группе (01.01.2018 по 28.04.2019)

На основе значения асимметричности можно сделать вывод о том, что плотность имеет небольшую правостороннюю асимметричность. Однако смещение является небольшим, само распределение близко к нормальному распределению. При этом стоит отметить, что средний показатель по коэффициенту дефектности находится на низком уровне, т.к. при таких значениях предприятие несет существенные затраты на исправление дефектов, допущенных при разработке ИС. Смещение среднего в большую сторону (совершенствование по данному показателю) с учетом особенности распределения должно позволить переместить график вправо по оси X и, как следствие, снизить издержки предприятия на исправление дефектов.

Также был для выборок был рассчитан коэффициент вариации по формуле:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} * 100\% \quad (4)$$

Результаты расчета коэффициентов вариации для данных контрольной группы представлен в таблице 9.

Таблица 9. Коэффициенты вариации для данных контрольной группы (01.01.2018 по 28.04.2019)

Z	R	$K_{\text{загр.}}$	Q	$K_{\text{деф.}}$
24,87%	25,91%	2,96%	20,65%	3,09%

Из таблицы 6 следует, что ни для исходных данных, ни для критериев коэффициент вариации не превышает 40%, что позволяет принять полученные результаты статистики.

В таблицах 10-12 представлен результат расчет показателей описательной статистики для исходных данных экспериментальной группы.

Таблица 10. Показатели описательной статистики для общих трудозатрат экспериментальной группы (с 29.04.2019 по 17.11.2019)

Z						
Среднее	Стандартная ошибка	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
6957,9758	488,8226	2632,3901	6929477,5458	1,48647	1,349714	29

Таблица 11. Показатели описательной статистики для непроизводительных трудозатрат экспериментальной группы (с 29.04.2019 по 17.11.2019)

R						
Среднее	Стандартная ошибка	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
176,9759	12,6141	67,9291	4614,3624	1,01849	0,98535	29

Таблица 12. Показатели описательной статистики трудозатрат, связанных с исправлением ошибок и оказанием дополнительных консультаций, экспериментальной группы (с 29.04.2019 по 17.11.2019)

Q						
Среднее	Стандартная ошибка	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
579,20301	18,99713	102,3027	10465,84	4,985488	-1,96401	29

Результат расчета показателей описательной статистики для рассчитанных критериев по контрольной группе представлена в таблицах 13-14.

Таблица 13. Показатели описательной статистики коэффициента загруженности экспериментальной группы (с 29.04.2019 по 17.11.2019)

$K_{\text{загр.}}$						
Среднее	Стандартная ошибка	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
0,97054	0,00373	0,02008	0,000403	4,0442	-1,83496	29

Таблица 14. Показатели описательной статистики показателя дефектности экспериментальной группы (с 29.04.2019 по 17.11.2019)

$K_{\text{деф.}}$						
Среднее	Стандартная ошибка	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Эксцесс	Асимметричность	Счет
0,91704	0,00441	0,02375	0,000564	0,25118	-0,01642	29

На основании проведенного обследования (приложение 3) и рассчитанных по данной выборке показателей описательной статистики (таблицы 10-14) с уровнем надежности 95% можно предположить, что коэффициент загруженности за период с 29.04.2019 по 17.11.2019 варьировался в диапазоне от 0,9629 до 0,9782. Плотность распределения вероятности для коэффициента загруженности представлен на рисунке 9.

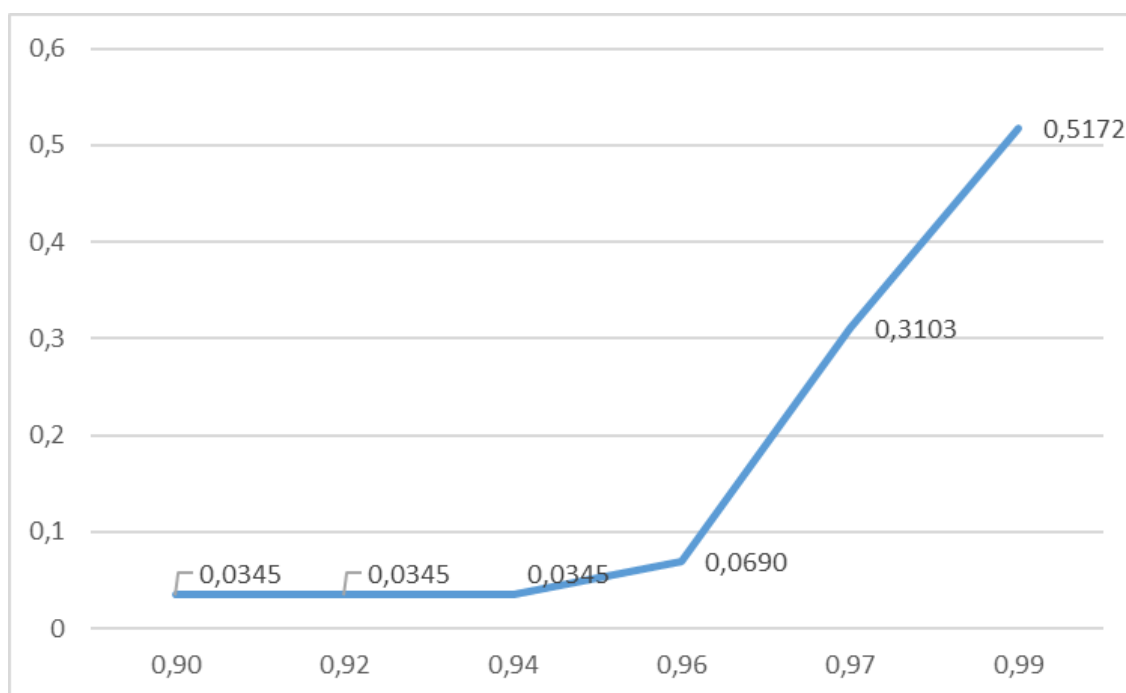


Рисунок 9. Плотность распределения вероятностей для коэффициента загрузки в экспериментальной группе (с 29.04.2019 по 17.11.2019)

На основе значения асимметричности можно сделать вывод о том, что плотность имеет левостороннюю асимметричность, что хорошо видно на графике. Это обусловлено приближением значений к максимальным (1). Также стоит отметить, что эксцесс имеет положительное значение, следовательно, распределение можно назвать островершинным. Такое распределение обусловлено тем, что в большинстве случаев разработка осуществляется с высоким уровнем загрузки близким к 1, но есть часть замеров, свидетельствующих о фактах отклонения в меньшую сторону, причиной возникновения данных ситуаций могут быть форс-мажорные обстоятельства, возникающие в процессах разработки ИС. В целом представленные данные свидетельствуют о существенном смещении среднего значения в сторону «1», т.е. улучшение значений по показателю и, как следствие, сокращение издержке предприятия на оплату непроизводственных часов.

Коэффициент дефектности за тот же период варьировался в диапазоне от 0,908 до 0,926. Плотность распределения вероятности для показателя дефектности представлен на рисунке 10.

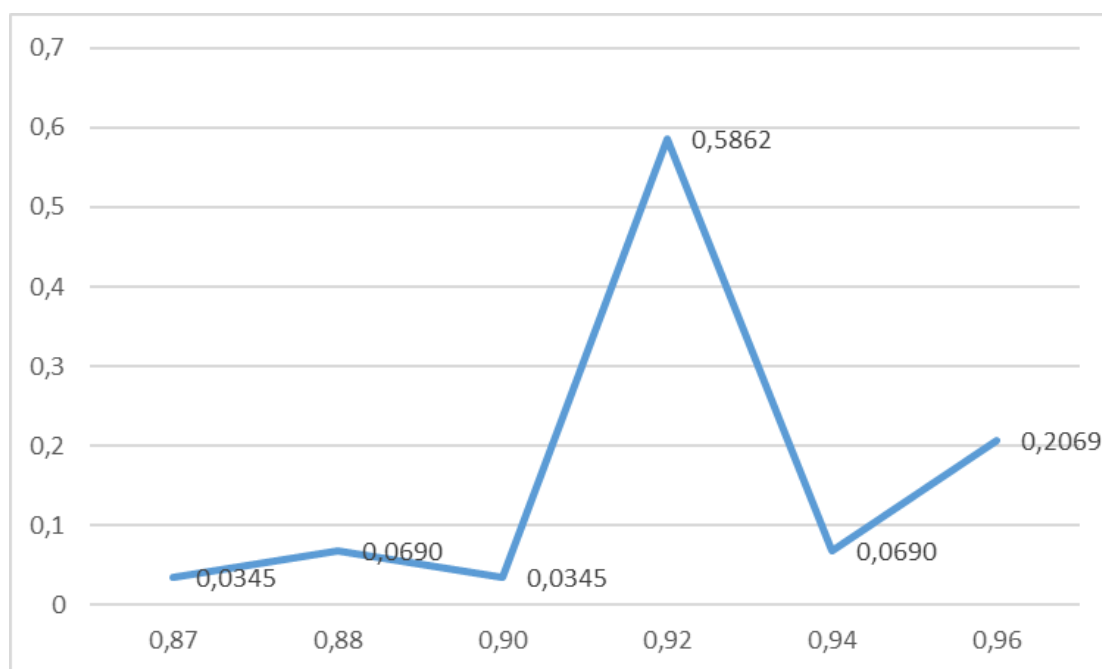


Рисунок 10. Плотность распределения вероятностей для коэффициента дефектности в экспериментальной группе (с 29.04.2019 по 17.11.2019)

На основе значения асимметричности можно сделать вывод о том, что плотность распределения вероятности имеет небольшую левостороннюю асимметричность. Также на основе полученных результатов можно сделать два вывода:

- среднее значение коэффициента дефектности удалось сместить в сторону «1», т.е. сократить объем затрат предприятия, понесенных в связи с исправлением ошибок при разработке ИС;
- несмотря на левостороннюю асимметричность, т.е. большинство измерений находится в районе 0,92, можно увидеть, что есть пиковые значения в районе 0,96, что может свидетельствовать о том, что потенциал улучшений по данному показателю не достиг максимума.

Результаты расчета коэффициентов вариации для данных экспериментальной группы представлен в таблице 15.

Таблица 15. Коэффициенты вариации для данных экспериментальной группы (с 29.04.2019 по 17.11.2019)

Z	R	$K_{\text{загр.}}$	Q	$K_{\text{деф.}}$
37,83%	38,38%	2,07%	17,66%	2,59%

Ни для исходных данных, ни для критериев коэффициент вариации не превышает 40%, что позволяет принять полученные результаты статистики.

Методы вторичной статистической обработки позволили выявить скрытые статистические закономерности. Для выявления закономерностей была проведена оценка различия двух выборок, контрольной и экспериментальной, на основании критерия Стьюдента. Достоинством этого метода является то, что он может быть использован для сопоставления выборок, которые не равны по величине.

Для того, чтобы применить критерий Стьюдента необходимо, чтобы сопоставляемые выборки имели одинаковую дисперсию. Данная гипотеза была проверена с помощью критерия Фишера.

Значение f-критерия для коэффициента загруженности (при значении альфа равном 0,05) составило 1,61, при критическом значении 1,78. Т.о. может быть принята гипотеза о том, что дисперсии в контрольной и экспериментальной выборках одинаковы, т.е. для них может быть применен критерий Стьюдента.

Значение f-критерия для коэффициента дефектности (при значении альфа равном 0,05) составило 1,695, при критическом значении 1,758. Т.о. может быть принята гипотеза о том, что дисперсии в контрольной и экспериментальной выборках одинаковы, т.е. для них может быть применен критерий Стьюдента.

Средние арифметические для коэффициента загруженности:

- в контрольной группе $M_x = 0,8605$
- в экспериментальной группе $M_y = 0,9705$

Разница по абсолютной величине между средними $|M_x - M_y| = 0,11$.

$$t_{\text{кр}} = \left| \frac{M_x - M_y}{\sigma_d} \right| \quad (5)$$

$$\text{где } \sigma_d = \sqrt{\frac{\sum(x_i - M_x)^2 + \sum(y_i - M_y)^2}{(n_1 + n_2 - 2)} * \frac{(n_1 + n_2)}{(n_1 * n_2)}}$$

M_x – среднеарифметический коэффициент загрузки в контрольной группе;

M_y – среднеарифметический коэффициент загрузки в экспериментальной группе;

x_i – текущее значение коэффициента загрузки в контрольной группе;

y_i – текущее значение коэффициента загрузки в экспериментальной группе;

n_1 – количество измерений (недель) в контрольной группе;

n_2 – количество измерений (недель) в экспериментальной группе;

σ_x^2 – дисперсия коэффициента загрузки в контрольной группе;

σ_y^2 – дисперсия коэффициента загрузки в экспериментальной группе.

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{\sum(x_i - M_x)^2 + \sum(y_i - M_y)^2}{(n_1 + n_2 - 2)} * \frac{(n_1 + n_2)}{(n_1 * n_2)}} = 0,000576 \quad (6)$$

Число степеней свободы $k = (n_1 - 1) + (n_2 - 1) = n_1 + n_2 - 2 = 95$.

После выполнения расчетов, значение t-критерия Стьюдента для коэффициента загрузки оказалось равным 20,67, при t критическом двустороннем 1,99 (для значения степеней свободы 95).

Сравнение полученного значения t-критерия Стьюдента с критическими значениями показало, что t-критерий Стьюдента, полученный для коэффициента загрузки превышает критическое значение. Таким образом, различия между базовой и целевой группами значимы более чем на 0,1% уровне. В терминах статистических гипотез это утверждение звучит так: «гипотеза о сходстве отклоняется и на 0,1% уровне значимости принимается альтернативная гипотеза - о различии между базовой и целевой группами для коэффициента загрузки».

Сравнение результатов по коэффициенту загрузки показало рост в среднем на 0,11 в целевой группе относительно базовой, т.е. значение критерия было увеличено со значения 0,8605 до 0,9705, что составляет 12,79% от среднего значения коэффициента загрузки в контрольной группе. Это можно считать

приемлемым результатом, т.к. максимальное значение коэффициента равно 1. Применение метода повышения качества разработки информационных систем позволило приблизить значение критерия к максимуму.

После выполнения расчетов, значение t-критерия Стьюдента для коэффициента дефектности оказалось равным 32,21, при t критическом двустороннем 1,985 (для значения степеней свободы 95).

Средние арифметические для коэффициента дефектности:

- в контрольной группе $M_x = 0,763$
- в экспериментальной группе $M_y = 0,921$

Разница по абсолютной величине между средними $|M_x - M_y| = 0,207$.

$$t_{кр} = \left| \frac{M_x - M_y}{\sigma_d} \right| \quad (7)$$

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{\sum(x_i - M_x)^2 + \sum(y_i - M_y)^2}{(n_1 + n_2 - 2)} * \frac{(n_1 + n_2)}{(n_1 * n_2)}} = 0,000489$$

Число степеней свободы $k = (n_1 - 1) + (n_2 - 1) = n_1 + n_2 - 2 = 95$.

Сравнение полученного значения t-критерия Стьюдента с критическими значениями показало, что t-критерий Стьюдента, полученный для коэффициента дефектности превышает критическое значение. Таким образом, различия между базовой и целевой группами значимы более чем на 0,1% уровне. В терминах статистических гипотез это утверждение звучит так: «гипотеза о сходстве отклоняется и на 0,1% уровне значимости принимается альтернативная гипотеза - о различии между базовой и целевой группами для коэффициента дефектности».

Сравнение результатов по коэффициенту дефектности показало рост в среднем на 0,207 в экспериментальной группе относительно контрольной, что составляет 27,12% от среднего значения показателя дефектности в контрольной группе.

Полученные значительные положительные результаты по коэффициенту дефектности можно объяснить тем, что создания единой базы знаний, основанной на метамодели и реализованной в соответствующем инструменте, позволило наладить непрерывный процесс накопления и передачи знаний о работе

существующих ИС, тем самым сократить количество допускаемых ошибок и ресурсов на их устранение.

За счет реализации механизма организационно-ролевой коммуникации удалось наладить эффективное взаимодействие между участниками процесса, повысить качество подготавливаемой документации, приводящее к сокращению объемов трудозатрат, связанных с простоем сотрудников, что положительно сказалось на коэффициенте загрузки.

Также реализованный механизм в совокупности с формализацией процессов разработки ИС позволил сделать результаты выполнения процессов и их отдельных этапов более предсказуемыми с точки зрения результатов и сроков выполнения. Это в свою очередь снижает вероятность ошибок при оценке трудоемкости новых задач и планировании деятельности, что нашло отражение в результатах по коэффициенту загрузки.

За счет создания архитектурно-методологического комитета и реализации механизма трансформации удалось повысить качество принимаемых решений в рамках реализации ИС, что повлияло на изменение значений по коэффициенту дефектности.

Статистический анализ результатов позволяет сделать вывод о положительном влиянии разработанного и примененного метода повышения качества разработки информационных систем. Все разбросы в рассматриваемых случаях для экспериментальной и контрольной групп соответствуют заданным доверительным интервалам.

3.3 Методические рекомендации по реализации методов и механизмов базовой модели управления качеством разработки информационных систем

Переход к представленной в параграфе 2.2 базовой модели управления качеством разработки ИС, основанной на принципах непрерывного совершенствования, осуществляется на предприятиях сферы информационных технологий в рамках отдельного проекта или группы проектов, целью которых являются:

- внедрение непрерывного процесса управления качеством разработки ИС, построенные на основе формализованных методов и техник, а также комплексной оценки качества разработки ИС, что позволит улучшить экономические показатели эффективности предприятия;
- внедрить методы и инструменты анализа и проектирования ИС, страхующие от ряда типовых ошибок и обеспечивающих системный взгляд на процессы разработки ИС.

Реализация проектов по внедрению модели управления качеством разработки ИС сопряжена со следующими рисками, которые необходимо учитывать, при их планировании и подготовке:

- отсутствие поддержки или недостаточный уровень поддержки со стороны сотрудников предприятия;
- низкое качество артефактов, которыми наполняется база знаний, что может привести к снижению показателей качества разработки ИС и невозможности получения преимуществ от применяемой модели управления качеством разработки ИС;
- недостаточный уровень соответствия принятой к адаптации модели управления качеством разработки ИС, что может привести к неэффективности ряда методов и, как следствие, низким значениям показателей качества.

В ходе выполнения диссертационного исследования были выработаны методические рекомендации по внедрению модели и метода управления качеством разработки ИС, которые в первую очередь направлены на снижение вероятности возникновения обозначенных рисков и повышения вероятности достижения поставленных целей.

Для снижения риска, связанного с недостаточным уровнем поддержки со стороны сотрудников, необходимо запланировать следующие мероприятия:

- регулярные стратегические сессии;
- формирование и принятие единой системы принципов;
- вовлечение в процесс внедрения;

- постепенное обучение и поддержка сотрудников на всех этапах внедрения.

Проведение регулярных стратегических сессий, позволяет обозначать намеченные цели в части внедрения модели управления качеством разработки ИС на очередной период, а также подводить итоги по достигнутым результатам. Данные регулярные мероприятия позволяют задать ритм проекту и создать открытую атмосферу. Регулярность стратегических сессий должна быть определена индивидуально с учетом особенностей конкретного предприятия, но очевидно, что данные мероприятия не должны быть частными (не чаще 1 раза в 6 месяцев).

Необходимо разработать и внедрить единую для всех сотрудников систему принципов, которые будут определять общий вектор развития предприятия. Данные принципы должны учитывать стратегию предприятия и особенности его работы, но главное, чтобы они были доведены до всех сотрудников и приняты ими.

При переходе на модель управления качеством разработки ИС необходимо вовлекать сотрудников в проект внедрения. Это реализуется через:

- создание рабочих групп, которые будут включены в проектную команду;
- проведение опросов и сбор регулярной обратной связи;
- пилотные внедрения для части сотрудников, с последующим привлечением данных сотрудников к работам по адаптации модели и внесению корректировок.

Снижение риска, связанного с качеством подготавливаемых артефактов для базы знаний, обеспечивается через системную работу, включающую следующие мероприятия:

- проведение выборочного аудита;
- перекрестное обучение и проверку сотрудником артефактов, подготовленных его коллегами;
- проведение общих обсуждений и ретроспектив.

Для проведения аудита должна быть сформирована группа экспертов, обладающих достаточным уровнем компетенций, чтобы осуществить проверку

подготавливаемых артефактов. Следует отметить, что такой подход не лишен минусов. Ключевой минус заключается в том, что подобная экспертная группа будет сильно ограничена в части объемов проверяемых артефактов, а также не всегда будет возможность создать команду с достаточным уровнем компетенций в разных областях. В связи с этим для осуществления контроля качества артефактов базы знаний необходимо привлекать Ответственного за развитие ИТ-сервиса (данная роль подробно описана в параграфе 2.4). Исполнитель данной роли будет обладать достаточным уровнем компетенций в части своего ИТ-сервиса, при этом в его зону ответственности будут входить только те артефакты, которые относятся к его ИТ-сервису, таким образом снижается нагрузка по количеству верифицируемых артефактов.

Проведение аудита следует осуществлять через перекрестную проверку артефактов. Это позволит своевременно выявлять некачественные артефакты и предоставлять обратную связь. Данный инструмент может быть использован в сочетании с финансовой и нефинансовой системой мотивации.

Для снижения риска недостаточного уровня соответствия принятой к адаптации модели управления качеством разработки ИС специфике предприятия необходимо предусматривать плановые синхронизации результатов, получаемых в рамках проекта, с первоначальными целями.

Внедрения модели управления качеством разработки ИС лучше производить итерационно постепенно вовлекая организационные подразделения предприятия, применяя технику пилотных проектов.

При принятии управленческих решений в отношении запуска и реализации проектов по внедрению модели управления качеством разработки ИС следует, в первую очередь, учитывать показатели экономической результативности и рентабельности предприятия, на котором осуществляется внедрение. Поэтому при выделении ресурсов на проект по переходу на модель управления качеством разработки ИС необходимо осуществлять расчет планируемых затрат на его реализацию и позитивный эффект, который будет достигнут в части улучшения показателей качества ИС и процессов их разработки.

Для расчета показателя окупаемости инвестиций (ROI) необходимо определить общий объем затрат на реализацию проекта по внедрению модели управления качеством разработки ИС – первоначальные инвестиции (P_0) и объем прибыли, получаемый предприятием в первый год применения модели управления качеством разработки ИС.

Общий объем инвестиций в проект по внедрению модели управления качеством разработки ИС складывается из двух составляющих: оплата трудозатрат команды проекта ($C_{\text{команда}}$) и стоимость закупки программного обеспечения ($C_{\text{ПО}}$) для поддержки внедряемой модели.

Для определения стоимости работ команды проекта был построен типовой план реализации проекта с разбиением на этапы и затрачиваемые трудозатраты. Результат представлен в таблице 16.

Таблица 16. Оценка трудозатрат по этап проекта внедрения базовой модели управления качеством разработки ИС

Наименование этапа проекта	Оценка трудозатрат, чч.
Предпроектное обследование и подготовка к запуску проекта	600
Разработка, адаптация и внедрение методологических материалов	8000
Внедрение программного обеспечения для поддержки модели управления качеством разработки ИС	1600
Внедрение организационно-ролевой модели управления качеством разработки ИС	6000

При средней ставке специалиста 4 000 руб./час затраты на команду проекта ($C_{\text{команда}}$) составят – 64 800 000 рублей.

Для поддержки модели управления качеством разработки ИС требуется специализированное программное обеспечение класса EAM (Enterprise Architecture Management tools). Стоимость одной лицензии подобного данного ПО составляет 30000 рублей по данным одного из поставщиков [111]. Для стабильной работы типового предприятия среднего бизнес требуется закупка 15 конкурентных лицензий, таким образом, расходы на программное обеспечение ($C_{\text{ПО}}$) составляют 450 000 рублей.

Прибыль от инвестиционного проекта по внедрению модели управления качеством разработки ИС (ΔP) будет определяться объемом затрат, которые удастся сократить. Для этого необходимо рассчитать два значения затрат: плановые затраты, понесенные без применения модели ($P_{\text{базовая}}$) и плановые затраты, понесенные при внедренной модели ($P_{\text{целевая}}$).

$$\Delta P = P_{\text{целевая}} - P_{\text{базовая}} \quad (8)$$

Для определения ΔP используем коэффициенты, приведенные в главе 3.2:

- коэффициент загруженности ($K_{\text{загр.}}$), который определяет долю непроизводительных трудозатрат в общем объеме трудозатрата за определенный период;
- коэффициент дефектности ($K_{\text{деф.}}$), который определяет долю трудозатрат, связанных с исправлением ошибок и оказанием дополнительных консультаций, в общем объеме трудозатрат за определенный период

Объем общих трудозатрат (Z), который формируются как сумма затрат на операционную деятельность, простои, консультации и исправление ошибок, был рассчитан для базового и целевого сценария и составил:

$$Z_{\text{базовый}} = 368\,470 \text{ чч.}$$

$$Z_{\text{целевой}} = 303\,900 \text{ чч.}$$

Годовой доход предприятия среднего бизнеса сферы информационных технологий можно определить, используя открытую информацию, публикуемую на ресурсе TAdviser [60]:

$$S_{\text{базовый}} = S_{\text{целевой}} = 2\,108\,000\,000 \text{ рублей}$$

Расходы предприятия за год могут быть рассчитаны по формуле:

$$C = q * (Z - (Z * K_{\text{загр.}}) - (Z * K_{\text{деф.}})) \quad (9)$$

где C – общие расходы предприятия за год;

q – ставка за 1 чч. производственного персонала;

Z – общие трудозатраты;

$K_{\text{загр.}}$ – коэффициент загруженности;

$K_{\text{деф.}}$ – коэффициент дефектности

Для расчета ΔP были использованы формулы, представленные выше, и получены следующие результаты:

$$P_{\text{базовая}} = S_{\text{базовый}} - C_{\text{базовые}} = 634\,120\,000 \text{ рублей}$$

$$P_{\text{целевая}} = S_{\text{целевой}} - C_{\text{целевые}} = 892\,400\,000 \text{ рублей}$$

$$\Delta P = P_{\text{целевая}} - P_{\text{базовая}} = 258\,280\,000$$

На основе полученных данных был произведен расчет показателя окупаемости инвестиций (ROI):

$$\text{ROI} = \frac{\Delta P}{P_0} * 100\% = \left(\frac{258280000}{65250000} \right) * 100\% = 395,83\% \quad (10)$$

Значение показателя окупаемости свидетельствует о высоком уровне рентабельности инвестиций.

Учитывая то, что вложения в инвестиционный проект по внедрению модели управления качеством разработки ИС осуществляется в начале реализации проекта одновременно, а прибыль от внедрения будет поступать относительно равномерно, можно произвести расчет простого срока окупаемости проекта по формуле:

$$\text{PP} = \frac{K_0}{\text{KFc}} = \frac{65250000}{258280000} = 0,25 \quad (11)$$

где:

PP – простой срок окупаемости проекта в годах;

K_0 – общая сумма первоначальных вложений в проект;

KFc – среднегодовые поступления денежных средств от нового проекта при выходе его на запланированные объемы производства/продаж.

За счет большого объема прибыли и оборота компании, инвестируемые в проект денежные средства, относительно быстро окупятся (за $\frac{1}{4}$ года – квартал), о чем свидетельствует значение показателя простого срока окупаемости.

Результаты проведенного анализа деятельности предприятий среднего бизнеса ИТ-сферы подтвердили инвестиционную привлекательность предлагаемых в диссертационной работе моделей и проекта.

Выводы по главе 3

В третьей главе диссертационной работы представлен комплексный показатель качества разработки ИС, построенный в соответствии с принципами квалиметрии и современных подходов к оценке качества ИС.

Введены два количественных критерия: коэффициент загруженности и коэффициент дефектности, применение которых позволяет более точно оценивать качество разработки ИС. Данные критерии были апробированы в рамках исследования, направленного на оценку результативности разработки ИС на предприятии среднего бизнеса сферы ИТ. По результатам проведенного исследования была подтверждена результативность предлагаемой базовой модели управления качеством разработки ИС и метода управления качеством разработки ИС, представленных во второй главе диссертационной работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе проведен анализ ключевых тенденций сферы ИТ, результаты которого подтвердили наличие устойчивого тренда на повышение значимости ИТ и их влияния на развитие бизнеса, что приводит к ужесточению требований к качеству продуктов, услуг и процессов в сфере ИТ. При этом растущая сложность современных информационных систем требует правильного документирования и контроля, а, следовательно, и современных методов, механизмов и моделей управления качеством таких систем и процессов их разработки.

Также в результате анализа литературы в области управления качеством информационных систем было установлено, что качество процессов разработки информационных систем является важным аспектом, который напрямую влияет на удовлетворение потребностей и ожиданий конечных потребителей информационной системы и других заинтересованных сторон. При этом в существующих методиках и подходах к управлению качеством информационных систем вопросам управления качеством процессов разработки уделено недостаточное внимание.

1. Разработана модель управления качеством разработки информационных систем, основанная на базовых принципах системной инженерии, системного подхода и классических принципах управления качеством, сформулированных Демингом, Кросби, а также заложенных в основу TQM и стандартов ГОСТ Р ISO 9001:2015, ГОСТ Р ИСО 9000:2015, ГОСТ Р 9004:201 и пр. Модель характеризуется рядом особенностей, среди которых необходимо отметить:

- внедрение и последующая поддержка единой системы документирования, основанной на моделях и графическом отображении информации в виде диаграмм и матриц, а также применение общепринятой терминологии (гlossария);
- ведение общедоступной базы знаний, наполнение которой формализовано в соответствии с принятыми правилами документирования, что позволяет

- использовать накопленную информацию, а также обеспечивает отчуждаемость знаний и снижает зависимость от человеческого фактора;
- выстраивание сквозного процесса и построение коммуникационной модели, в рамки которой входит матрица ответственности, диаграммы информационных потоков;
 - постоянное совершенствование процесса разработки ИС, в первую очередь, за счет внедрения в структуру предприятия архитектурного комитета, обеспечивающего непрерывное совершенствование процессов разработки ИС.

2. Разработан метод управления качеством разработки ИС, представляющий собой замкнутый цикл, состоящий из 9 этапов:

- формализация стратегии в области разработки и внедрения ИС и определение метрик (KPI) на всех уровнях управления;
- выявление ключевых участников процесса разработки ИС и формирование коммуникационной модели;
- формирование архитектурного комитета (команды методологов) и определение их полномочий;
- моделирование и совершенствование процессной составляющей разработки ИС;
- моделирование и совершенствование структурной составляющей разработки ИС;
- инструментальное обеспечение и автоматизация разработки ИС;
- методологическое обеспечение и экспертная поддержка разработки ИС;
- оценка результатов;
- обновление стратегии в области разработки ИС и, при необходимости, схемы коммуникации.

Данный метод стал одним из ключевых элементов базовой модели управления качеством разработки ИС и позволил определить и формализовать процессы управления качеством разработки ИС.

3. Важным элементом базовой модели управления качеством ИС является разработанный механизм организационно-ролевой коммуникации, который определяет распределение зон ответственности и ролевую структуру. В рамках работы был проведен анализ ряда методологий, связанных с управлением процессами разработкой и внедрением информационных систем и включающих подходы к управлению качеством ИС. Последующая систематизация описанного в разных источниках материала, а также практического опыта, полученного в рамках консалтинговых проектов по внедрению методик управления процессами разработки и внедрения ИС, позволила создать механизм организационно-ролевой коммуникации, который стала частью модели управления качеством разработки информационных систем.

4. Предложен механизм трансформации, которые заключается в введении нескольких новых понятий в процессы разработки ИС, а именно понятий: функциональный блок и функциональный интерфейс. За счет введения новых понятий и их встраивание и связь с существующими в области разработки ИС понятиями механизм трансформации позволяет реализовать резервы качества разработки ИС:

- коммуникации и формализации взаимодействий между исполнителями и заказчиками ИС;
- взаимодействия бизнеса и ИТ-инфраструктуры и синхронизации принимаемых решений.

Применение механизма трансформации и механизма коммуникации исполнителя и заказчика ИС на базе метамоделей позволило:

- создать единый глоссарий и язык моделирования;
- выявить и систематизировать объекты управления;
- перейти к управлению подходами к моделированию на мета-уровне. Раннее выявление требований заинтересованных сторон и их удовлетворение, до того момента, как будет создано множество частных моделей;

- консолидация требований к автоматизации процессов разработки и внедрения информационных систем в части управления моделями, описывающими деятельность предприятия.
- интеграция с другими предприятиями и использование мировых практик в области моделирования.

Это, в свою очередь, позволило снизить риск возникновения нежелательных последствий, среди которых стоит выделить:

- а. дублирование функций в разных компонентах ИС;
- б. сложности в интеграции компонентов ИС из-за отсутствия понимания того, какие бизнес-функции реализованы в системе;
- в. сложности на уровне управления данными и информацией (синхронизация на технологическом и смысловом (бизнес) уровнях).

5. Обоснована необходимость расширения положений существующих стандартов в области управления качеством ИС в части введения показателей оценки качества разработки ИС, предложено использование двух количественных показателей для оценки качества разработки ИС:

- коэффициента загруженности – показатель, определяющий долю непроизводительных трудозатрат в общем объеме трудозатрата за определенный период;
- коэффициента дефектности – показатель, определяющий долю трудозатрат, связанных с исправлением ошибок и оказанием дополнительных консультаций, в общем объеме трудозатрат за определенный период.

Результаты апробации показателей: коэффициент загруженности и дефектности, представлены в главе 3 и подтверждают результативность предлагаемой базовой модели управления качеством разработки ИС и метода управления качеством разработки ИС, представленных в диссертационной работе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азгальдов, Г.Г. О квалитметрии / Г.Г. Азгальдов, Э.П. Райхман. – М.: издательство стандартов, 1972. – 172с.
2. Азгальдов, Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров / Г.Г. Азгальдов. – М.: Экономика, 1982. – 256с.
3. Алва, Т. Ещё раз про семь основных методологий разработки / Т. Алва [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/edison/blog/269789/> (дата обращения: 21.04.2021)
4. Ананьева, Т.Н. Стандартизация, сертификация и управление качеством программного обеспечения / Т.Н. Ананьева, Н.Г. Новикова, Г.Н. Исаев. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 232с.
5. Ананьин, В.И. Предпринимательская ценность ИТ для бизнеса / В.И. Ананьин // Экономика и жизнь. – 2011. – № 41. – С.23-36.
6. Антамошин, А.Н. и др. Интеллектуальные системы управления организационно-техническими системами / А.Н. Антамошин, О.В. Близнова, А.В. Бобов, А.А. Большаков, В.В. Лобанов, И.Н. Кузнецова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 160с.
7. Архитектура ИТ решений. Часть 2. Архитекторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/347452/> (дата обращения: 12.04.2021)
8. Башкатова, Ю.И. Современные информационные системы как фактор повышения качества управленческих решений и конкурентоспособности организаций / Ю.И. Башкатова, Н.И. Решетько // Науковедение. – 2014. – №2 (21). – С.82-86.
9. Бодров, О.А. Предметно-ориентированные экономические информационные системы / О.А. Бодров, Р.Е. Медведев. – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 244с.
10. Бородакий, Ю.В. Эволюция информационных систем (современное состояние и перспективы) / Ю.В. Бородакий, Ю.Г. Лободинский. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – 368 с.

11. Ваганова, Е.В. Оценка стоимости разработки программного продукта: обзор / Е.В. Ваганова, А.А. Земцов, С.Л. Миньков // Проблемы учета и финансов. – 2016. – №1(21). – С.58-62.
12. Важность качества в современных условиях. Вестник McKinsey [Электронный ресурс]. – Режим доступа: (дата обращения: 25.04.2021)
13. Варжапетян, А.Г. Квалиметрия / А.Г. Варжапетян. – СПб: СПбГУАП, 2005. – 176с.
14. Васильев, Р.Б. и др. Управление развитием информационных систем / Р.Б. Васильев, Г.Н. Калянов, Г.А. Левочкина. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009. – 368с.
15. Версан, В.Г. Информация и качество (опыт проектирования системы управления) / В.Г. Версан, А.Г. Коломнин. – М.: Экономика, 1989. – 77с.
16. Вилюсова, А.В. Инновации малого бизнеса: текущая ситуация и моделирование. – М.: Academus Publishing, 2015. – 248с.
17. Волкова, В.Н. Из истории теории систем и системного анализа / В.Н. Волкова. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2001. – 510с.
18. Восемь ключевых технологий для бизнеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pwc.ru/ru/publications/8technologies.html> (дата обращения: 15.04.2021)
19. Геркушенко, Г.Г., Ткаченко, А.В. Сравнительный анализ методологий разработки программного обеспечения // Наука, техника и образование. – 2016. – №3 (21). – С.109-113.
20. Глазьев, С. Рывок в будущее. Россия в новых технологическом и мирохозяйственном укладах / С. Глазьев. – М.: Книжный мир, 2018. – 768 с.
21. Гличев, А.В. Что такое качество? / А.В. Гличев, В.П. Панов, Г.Г. Азгальдов. – М.: Экономика, 1968. – 135с.
22. Горбашко, Е.А. Стратегическое развитие подготовки кадров по управлению качеством, стандартизации и метрологии в Российской Федерации: монография / Е.А. Горбашко, И.А. Максимцев, Ю.А. Антохина, И.Г. Окрепилова, Е.Г. Семенова. – СПб.: ГУАП, 2014. – 346с.

23. Горбашко, Е.А. Управление качеством / Е.А. Горбашко. – М.: Юрайт, 2019. – 352с.
24. Горохов, А.В. Основы системного анализа / А.В. Горохов. – М.: Юрайт, 2019. – 140 с.
25. ГОСТ 15467-79 Product-quality control. Basic concepts. Terms and definitions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-15467-79> (дата обращения: 16.04.2021)
26. Григорьев, Л.Ю. Подходы к реализации проектов преобразований организаций в методологии архитектурного бизнес-инжиниринга (АБИ) компании БИГ в сравнении с ADM TOGAF / Л.Ю. Григорьев, М.Ю. Арзуманян, Д.В. Кудрявцев, К.А. Прокопеня // XVII Научно-практическая конференция «Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ – 2014)». – М.: МЭСИ, 2014. – С.88-96.
27. Данилин, А. Архитектура и стратегия. «Инь» и «Янь» информационных технологий предприятия / А. Данилин, А. Слюсаренко. – М.: Интернет-университет информационных технологий, 2005. – 504с.
28. Дрогобыцкая, К.С. Архитектурные модели экономических систем: монография / К.С. Дрогобыцкая. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 301с.
29. Друкер, П. Эффективное управление / П. Друкер. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 1998. – 288с.
30. Егорова, В.С. Применение процессного подхода при создании системы менеджмента качества на основе ISO 9001 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.finexpert.ru/> (дата обращения: 20.04.2021)
31. Елизаров, П.М. Возможности использования PDM-систем для решения задач менеджмента качества / П.М. Елизаров, А.И. Яцкевич // Компьютерные системы управления качеством продукции – эффективный путь внедрения стандартов ИСО серии 9000 версии 2000 года / Науч. тр. 11-й Междунар. науч.- практ. конф. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cals.ru/> (дата обращения: 26.04.2021)

- 32.Зараменских, Е.П. Управление жизненным циклом информационных систем: монография / Е.П. Зараменских. – Новосибирск: ЦРНС, 2014. – 270с.
- 33.Ивлев, В. Методологический подход к реорганизации деятельности предприятия / В. Ивлев, М. Каменнова, Т. Попова // Открытые системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kmssoft.ru/LD/C011/102/2514856364.html> (дата обращения: 26.04.2021)
- 34.Игнатъев, М.Б. Просто кибернетика. Научно-популярное издание / М.Б. Игнатъев. – СПб: «Страта», 2016. – 248с.
- 35.Игнатъева, А.В. Исследование систем управления / А.В. Игнатъева, М.М. Максимцов. – М.: Юнита-ДАНА, 2003. – 157с.
- 36.Исаев, Г.Н. Моделирование оценки качества информационных систем / Исаев Г.Н. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 230 с.
- 37.Исаев, Г.Н. Теоретико-методологические основы качества информационных систем : монография / Г.Н. Исаев. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 293с.
- 38.Исаев, Г.Н. Управление качеством информационных систем / Г.Н. Исаев. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 248с.
- 39.ИТ-рынок России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:ИТ-рынок_России#.D0.98.D0.9A.D0.A2-.D1.80.D1.8B.D0.BD.D0.BE.D0.BA_.D0.A0.D0.BE.D1.81.D1.81.D0.B8.D0.B8 (дата обращения: 20.04.2021)
- 40.ИТ-услуги (рынок России) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:ИТ-услуги_\(рынок_России\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:ИТ-услуги_(рынок_России)) (дата обращения: 15.04.2021)
- 41.Каку, М. Будущее человечества. Колонизация Марса путешествия к звездам и обретение бессмертия / М. Каку. – М.: Альпина нон-фикшн, 2019. – 470с.
- 42.Калянов, Г.Н. Консалтинг при автоматизации предприятий: подходы, методы, средства / Г.Н. Калянов. – М.: СИНТЕГ, 1997. – 316с.
- 43.Каплан, Р. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию / Р. Каплан, Д. Нортон. – М.: Олимп-Бизнес, 2006. – 304с.

44. Когаловский, М.Р. Перспективные технологии информационных систем / М.Р. Когаловский. – М.: ДМК Пресс; Компания АйТи, 2003. – 288с.
45. Когаловский, М.Р. Энциклопедия технологий баз данных / М.Р. Когаловский. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 800 с.
46. Коготов, В.В. Критерии идентификации крупных предприятий в национальной экономике // Экономический журнал. – 2011. – №23. – С.90-102.
47. Корягин, С.И. Интеллектуальная системотехника: монография / С.И. Корягин, П.М. Клачек, О.А. Лизоркина. – Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2015. – 365с.
48. Коцюба, И.Ю., Чунаев А.В., Шиков А.Н. Методы оценки и измерения характеристик информационных систем / И.Ю. Коцюба, А.В. Чунаев, А.Н. Шиков. – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 264с.
49. Коэн, Э. Полное руководство по методологиям управления проектами / Э. Коэн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.workamajig.com/blog/project-management-methodologies> (дата обращения: 21.04.2021)
50. Кравченко, В.Ф. Организационный инжиниринг / В.Ф. Кравченко, Е.Ф. Кравченко, П.В. Забелин. – М.: Приор, 1999. – 256 с.
51. Кудрявцев, Д. Технологии бизнес-инжиниринга / Д. Кудрявцев, М. Арзуманян, Л. Григорьев. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. – 427с.
52. Кудрявцев, Д.В. Архитектура предприятия: переход от проектирования ИТ-инфраструктуры к трансформации бизнеса / Д.В. Кудрявцев, М.Ю. Арзуманян // Российский журнал менеджмента. – 2017. – №15(2). – С.193-224.
53. Кудрявцев, Д.В. Технологии бизнес-инжиниринга / Д.В. Кудрявцев, М.Ю. Арзуманян, Л.Ю. Григорьев / Под редакцией Д.В. Кудрявцева. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. – 426с.
54. Лазарев, И.А. Новая информационная экономика и сетевые механизмы ее развития / И.А. Лазарев, Г.С. Хижа, К.И. Лазарев. – М.: Дашков и К°, 2013. – 244с.

55. Левенчук, А.И. Системное мышление / А.И. Левенчук. – М.: Издательские решения, 2019. – 800с.
56. Мазур, И.И. Управление качеством / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро / Под ред. И.И. Мазура. – М.: Высш. Шк., 2003. – 334с.
57. Марка, Д. Методология структурного анализа и проектирования / Д. Марка, К. МакГоуэн. – М.: МетаТехнология, 1993. – 240с.
58. Маркова, Н. Не так сложен SPICE, как его написали / Н. Маркова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.osp.ru/os/2001/12/180714/> (дата обращения: 15.04.2021)
59. Мета модель (информатика) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Мета_модель_\(информатика\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Мета_модель_(информатика)) (дата обращения: 25.04.2021)
60. Методика SETIN: оценка стоимости разработки информационных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Методика_SETIN:_оценка_стоимости_разработки_информационных_систем (дата обращения: 25.04.2021)
61. Моделирование бизнеса. Методология ARIS / М. Каменнова, А. Громов, М. Ферапонтов, А. Шматалюк. – М.: Весть-МетаТехнология, 2001. – 333с.
62. Неборский, С.Н. Модель ролей команды разработчиков программных средств на основе гибких методов / С.Н. Неборский // Доклады БГУИР. – 2009. – №2 (40). – С.73-79.
63. Недбай, А.А. Основы квалиметрии. Версия 1.0 / А.А. Недбай, Н.В. Мерзликина. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 123с.
64. Николаенко, В.С. Разработка принципов управления ИТ-проектом / В.С. Николаенко // Вестник Том. гос. ун-та. – 2015. – №390. – С.155-160.
65. Обзор Microsoft Solutions Framework (MSF). Microsoft Developer Network. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: msdn.microsoft.com/ru-ru/library/jj161047.aspx (дата обращения: 18.04.2021)
66. Окрепилов, В.В. Экономика качества как универсальный инструмент развития / В.В. Окрепилова // Экономика качества. – 2012. – №1(1). – С.1-3.

- 67.Окрепилов, В.В. Менеджмент качества / В.В. Окрепилов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – 650с.
- 68.Окрепилов, В.В. Управление качеством / В.В. Окрепилов. – М.: Экономика, 1998. – 639с.
- 69.Оценка качества информационной системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://helpit.me/articles/ocenka-kacestva-informacionnoi-sistemy> (дата обращения: 25.04.2021)
- 70.Оценка качества информационных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.intuit.ru/studies/courses/651/507/lecture/11551> (дата обращения: 25.04.2021)
- 71.Пласкова, Н.С. Методология учетно-аналитического обеспечения системы управления инновационной деятельностью: монография / Н.С. Пласкова, Т.А. Полянская, Н.А. Проданова. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 179с.
- 72.Полный цикл разработки IT продуктов на примере проекта: роли в команде, задачи заказчика, этапы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/458336/> (дата обращения: 12.04.2021)
- 73.Притыкин, Д.А. ВРwin-4: пришел, увидел, реорганизовал / Д.А. Притыкин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.finexpert.ru/> (дата обращения: 20.04.2021)
- 74.Райхман, Э.П. О квалиметрии / Э.П. Райхман, Г.Г. Азгальдов. – М.: Издательство стандартов, 1973. – 171с.
- 75.Райхман, Э.П. Экспертные методы в оценке качества товаров / Э.П. Райхман, Г.Г. Азгальдов. – М.: Экономика, 1974. – 151с.
- 76.Репин, В.В. Куда делся руководитель, или Проблемы описания бизнес-процессов в виде потока работ / В.В. Репин // Корпоративный менеджмент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hr-portal.ru/article/kuda-delsya-rukovoditel> (дата обращения: 26.04.2021)
- 77.Репин, В.В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В.В. Репин, В.Г. Елиферов. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 544с.

- 78.Рубенчик, А. Моделирование архитектуры предприятия. Обзор языка ArchiMate [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cfin.ru/itm/standards/ArchiMate.shtml> (дата обращения: 15.04.2021)
- 79.Рубцов, С.В. Опыт использования стандарта IDEF/ С.В. Рубцов // Открытые системы. – 2003. – №1. – С.51-55.
- 80.Сайт компании Digital Zone [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://dz.ru/company/blog/roli-na-tipovom-proekte> (дата обращения: 12.04.2021)
- 81.Сайт компании RocketBrain [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://blog.rocketbrain.ru/it-roles/> (дата обращения: 12.04.2021)
- 82.Свод знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК®). Американский национальный стандарт. Институт управления проектами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ouek.onu.edu.ua/uploads/courses/project-management/PMВОК4.pdf> (дата обращения: 18.04.2021)
- 83.Серенков, П.С. Методы менеджмента качества. Методология организационного проектирования инженерной составляющей системы менеджмента качества / П.С. Серенков. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 491с
- 84.Син, Ю. Развитие бизнес-корпораций методами организационного проектирования / Ю. Син // Корпоративный менеджмент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://quality.eup.ru/MATERIALY6/bcorporg.html> (дата обращения: 23.04.2021)
- 85.Системный анализ в управлении / О.В. Булыгина, А.А. Емельянов, Н.З. Емельянова [и др.] / Под ред. А.А. Емельянова. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 450с.
- 86.Соловейчик, К.А. Концептуальные основы создания инновационных промышленных кластеров в России: монография / К.А. Соловейчик. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. – 126с.
- 87.Спицнадель, В.Н. Основы системного анализа / В.Н. Спицнадель. – СПб.: Бизнес-пресса, 2000. – 324с.
- 88.Субанова, О.С. Моделирование процессов реинжиниринга промышленных предприятий: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.13 / О.С. Субанова. – М., 2002. – 147с.

89. Сухов, С.В. Системный подход к управлению коммерческим предприятием / С.В. Сухов // Корпоративный менеджмент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cfin.ru/press/management/2001-6/04.shtml>
90. Трутнев, Д.Р. Развитие электронных услуг и методов «электронного управления»: вопросы оценки эффективности реализации проектов / Д.Р. Трутнев, А.В. Чугунов // Информационные ресурсы России. – 2014. – № 5 (141). – С.5-10.
91. Тупкало, В.Н. Язык моделирования бизнес-процессов ЯМТ / В.Н. Тупкало [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://novatek.Kiev.ua> (дата обращения: 20.04.2021)
92. Фаулер, М. Архитектура корпоративных программных приложений / М. Фаулер. – М.: Вильямс, 2006. – 544с.
93. Чернов, Е.И. Что такое TickIT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://quality.eur.ru/SERTIFIC/tickit.html> (дата обращения: 25.04.2021)
94. Четвертая промышленная революция. Целевые ориентиры развития промышленных технологий и инноваций. Отчет Всемирного экономического форума за 2019 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Четвертая_промышленная%20революция.pdf (дата обращения: 16.04.2021)
95. Что такое система управления и чем она полезна (стандарт ИСО 9001:2015) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ibcm.biz/что-такое-система-управления-и-чем-она/> (дата обращения: 15.04.2021)
96. Шваб, К.Н. Технологии Четвертой промышленной революции / К. Шваб, Н. Дэвис. – М.: Бомбора, 2018. – 320с.
97. Шевчук, Д.А. Управление качеством / Д.А. Шевчук. – М.: Гросс-Медиа, 2012. – 216с.
98. Шмелева, А.Н. Концептуальные основы оценки операционной эффективности управления предприятием при внедрении СМК по стандартам ИСО 9000: монография / А.Н. Шмелева. – М.: Креативная экономика, 2009. – 244с.

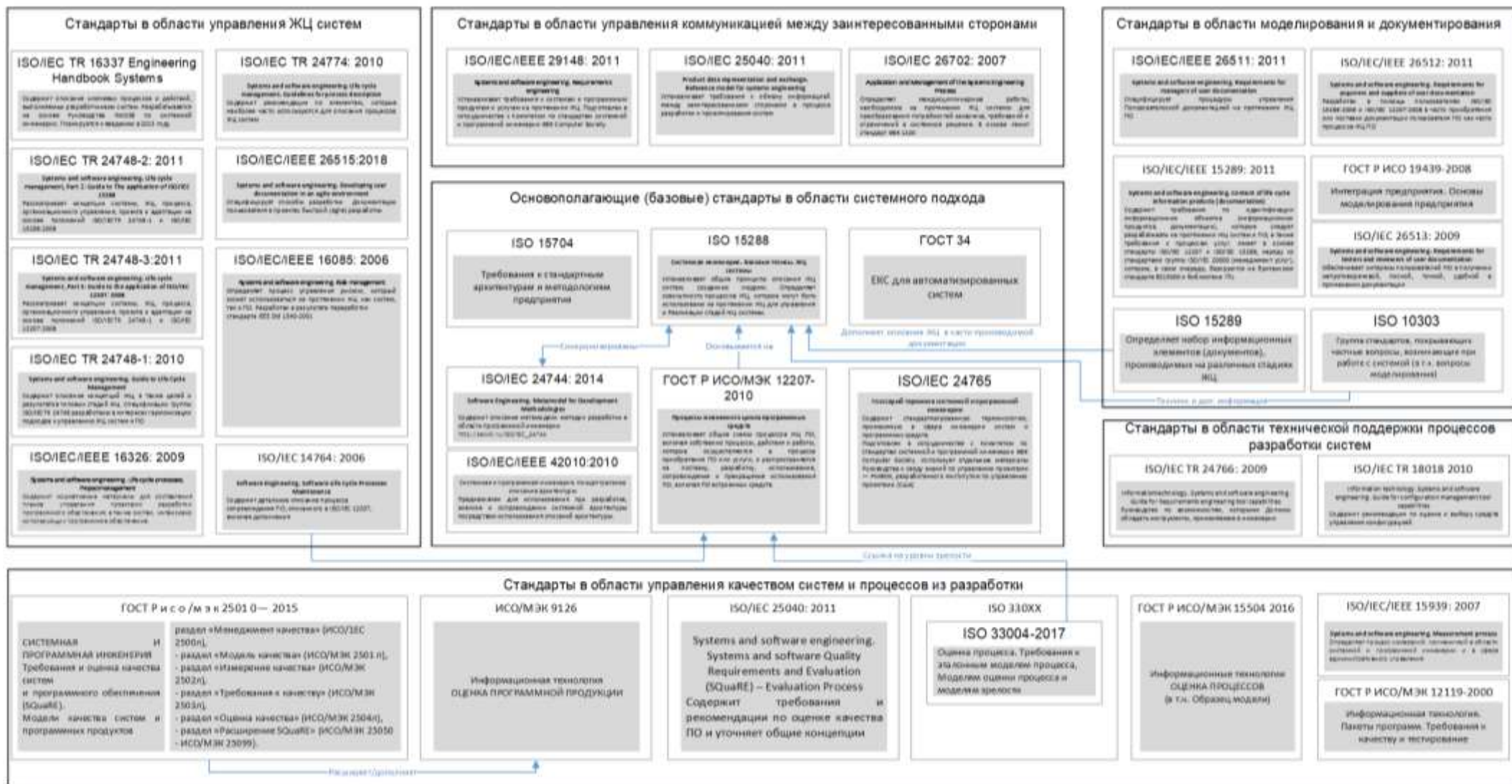
99. Щенников, А.Н. Качество информационных систем // ИТНОУ. – 2018. – № 1. – С.53-62.
100. Янг, С. Системное управление организацией / С. Янг / Под ред. С.П. Никанорова, С.А. Батасова. – М.: Советское радио, 1972. – 456с.
101. APQC's Process Classification Framework (PCF) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.apqc.org/process-performance-management/process-frameworks> (дата обращения: 18.04.2021)
102. Behara, G.K. Enterprise Architecture / G.K. Behara // A Practitioner's Handbook Paperback. – 2015. – November 18. – P.78-89.
103. Bente, S. Collaborative Enterprise Architecture: Enriching EA with Lean, Agile, and Enterprise 2.0 practices / S. Bente, U. Bombosch, S. Langade [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.scribd.com/book/287529626/Collaborative-Enterprise-Architecture-Enriching-EA-with-Lean-Agile-and-Enterprise-2-0-practices> (дата обращения: 25.04.2021)
104. Bernard, S.A. An Introduction To Enterprise Architecture. – Bloomington, IN: AuthorHouse, 2012. – 321p.
105. Bhattacharya, P. Modelling Strategic Alignment of Business and IT through Enterprise Architecture: Augmenting Archimate with BMM Procedia / P. Bhattacharya // Computer Science. – 2017. – №121. – P.80-88.
106. Boehm, B. A Spiral Model of Software Development and Enhancement / B. Boehm // IEEE Computer. – 1998. – №21. – С.61-72.
107. Boehm, B.W. Characteristics of Software Quality. TRW Series of Software Technology / B.W. Boehm, J.R. Brown, H. Kaspar, M. Lipow, G.J. MacLeod, M.J. Merritt. – Amsterdam: North Holland, 1978. – 166p.
108. Davis, W.S. The Information System Consultant's Handbook. Systems Analysis and Design / W.S. Davis, D.C. Yen. – Boca Raton: CRC Press, 1998. – 800с.
109. DSDM Atern Handbook [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dsdm.org> (дата обращения: 18.04.2021)

110. Enterprise Architecture in 2021: Resilience and Adaptivity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bizzdesign.com/blog/2-enterprise-architecture-choice-architecture/> (дата обращения: 15.04.2021)
111. Fast Intuitive Modeling & Design [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sparxsystems.com/> (дата обращения: 25.04.2021)
112. Ghezzi, C. Fundamental of Software Engineering / С. Ghezzi, М. Jazayeri, D. Mandrioli. – NJ, USA: Prentice-Hall, 1991. – 543р.
113. Grady, R.B. Software Metrics: Establishing a Company-Wide Program / R.B. Grady, D.L. Caswell. – NJ, USA: Prentice-Hall, 1987. – 275р.
114. Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.sebokwiki.org/wiki/Guide_to_the_Systems_Engineering_Body_of_Knowledge_\(SEBoK\)](https://www.sebokwiki.org/wiki/Guide_to_the_Systems_Engineering_Body_of_Knowledge_(SEBoK)) (дата обращения: 16.04.2021)
115. Integration Definition For Function Modeling (IDEF0): Draft Federal Information Processing Standards Publication 183 // National Institute of Standards and Technology, 1993. – 116 р.
116. ITIL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ITIL> (дата обращения: 18.04.2021)
117. Kelly, S. Domain-specific modeling: Enabling full code generation / S. Kelly, J. Tolvanen. – Wiley, IEEE Computer Society Press, 2008. – 444 р.
118. Kotusev, S. The Practice of Enterprise Architecture: A Modern Approach to Business and IT Alignment Paperback / S. Kotusev [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kotusev.com/> (дата обращения: 25.04.2021)
119. Lankhorst, M. Enterprise Architecture at Work – Modelling, Communication and Analysis / M. Lankhorst. – Amsterdam: Springer, 2009. – 325с.
120. Lankhorst, M. Enterprise Architecture: Key to Successful Business Transformations / M. Lankhorst [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://blog.bizzdesign.com/enterprise-architecture> (дата обращения: 25.04.2021)
121. Marc, M. Lankhorst Enterprise architecture modelling–the issue of integration / M. Marc // Advanced Engineering Informatics. – 2004. – №18. – С.205-216.

122. McCall, J.A. Factors in Software Quality: Preliminary Handbook on Software Quality for an Acquisition Manager. Final Technical Report. Vol. 1, 3/ J.A. McCall, P.K. Richards, G.F. Walters. – Springfield: National Technical Information Service, 1977. – 411p.
123. McDowall, J.D. Complex Enterprise Architecture: A New Adaptive Systems Approach [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/330954545_Complex_Enterprise_Architecture_A_New_Adaptive_Systems_Approach (дата обращения: 25.04.2021)
124. Microsoft Operations Framework (MOF) 4.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=23221> (дата обращения: 18.04.2021)
125. Mobus, G.E. Principles of Systems Science (Understanding Complex Systems) / G.E. Mobus, M.C. Kalton [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.springer.com/gp/book/9781493919192> (дата обращения: 15.04.2021)
126. Ross, J.W. Enterprise architecture as strategy: creating a foundation for business execution / J.W. Ross, P. Weill, D.C. Robertson // Harvard Business School Publishing. – Boston: Massachusetts, 2006. – 241p.
127. Sowa, J.F. Extending and Formalizing the Framework for Information System Architecture / J.F. Sowa, J.A. Zachman // IBM System Journal. – 1992. – Т.31. – №3. – P.590-616.
128. Spewak, S.H. Enterprise Architecture Planning: Developing a Blueprint for Data, Applications and Technology / S.H. Spewak, S.C. Hill. – New York, NY: Wiley, 2013. – 542p.
129. TMF053 NGOSS Technology Neutral Architecture (TNA) Suite Release 6.3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tmforum.org/resources/specification/tmf053-ngoss-technology-neutral-architecture-tna-suite-release-6-3/> (дата обращения: 18.04.2021)
130. TOGAF version 9.2, an Open Group Standard [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pubs.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/arch/index.html> (дата обращения: 25.04.2021)

131. Westerman, G. Leading Digital, Turning Technology Into Business Transformation. Harvard Business Review Press / G. Westerman, D. Bonnet, A. Mcafee. – Boston: Massachusetts, 2014. – 303p.
132. What Is a Quality Management System (QMS)? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://asq.org/quality-resources/quality-management-system#Standards> (дата обращения: 15.04.2021)
133. White, S.K. What is CMMI? / S.K. White [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.cio.com/article/2437864/process-improvement-capability-maturity-model-integration-cmmi-definition-and-solutions.html#:~:text=The%20Capability%20Maturity%20Model%20Integration%20\(CMMI\)%20is%20a%20process%20and,software%2C%20product%20and%20service%20development](https://www.cio.com/article/2437864/process-improvement-capability-maturity-model-integration-cmmi-definition-and-solutions.html#:~:text=The%20Capability%20Maturity%20Model%20Integration%20(CMMI)%20is%20a%20process%20and,software%2C%20product%20and%20service%20development) (дата обращения: 25.04.2021)
134. Zachman, J.A. A Framework for Information System Architecture / J.A. Zachman // IBM System Journal. – 1987. – Т.26. № 38(3). – P.276–292.
135. Zhurakovskaya, L. The Enterprise Transformation Architecture (ETA) / L. Zhurakovskaya, A. Mitra, A. Gupta [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bptrends.com/the-enterprise-transformat> (дата обращения: 25.04.2021)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. РАСШИРЕННАЯ СХЕМА ВЗАИМОСВЯЗЕЙ СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ



ПРИЛОЖЕНИЕ 2. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО КОНТРОЛЬНОЙ ГРУППЕ

Номер недели	Z_i	R_i	$K_{\text{загр.}}$	Q_i	$K_{\text{деф.}}$
Неделя 1	2900,996	474,2034	0,8595	711,7200	0,8030
Неделя 2	2709,341	609,7582	0,8163	719,6400	0,7901
Неделя 3	3640,411	671,9721	0,8442	1226,0000	0,7481
Неделя 4	3671,146	665,1484	0,8466	1241,0700	0,7474
Неделя 5	6430,414	741,684	0,8966	2121,8500	0,7519
Неделя 6	3642,772	686,8643	0,8414	1292,5800	0,7381
Неделя 7	3930,38	663,8888	0,8555	1285,5600	0,7535
Неделя 8	3262,805	598,5335	0,8450	1173,8800	0,7354
Неделя 9	8222,649	804,84	0,9108	2149,9900	0,7927
Неделя 10	2283,773	508,0467	0,8180	853,0000	0,7281
Неделя 11	3992,429	673,1279	0,8557	1470,7900	0,7308
Неделя 12	4347,501	707,9357	0,8600	1516,7300	0,7414
Неделя 13	4657,925	649,4115	0,8776	1413,3600	0,7672
Неделя 14	4623,392	680,5777	0,8717	1560,3700	0,7477
Неделя 15	4565,17	679,9109	0,8704	1573,4300	0,7437
Неделя 16	4825,805	1033,209	0,8237	1553,1100	0,7565
Неделя 17	4777,229	763,3956	0,8622	1178,6600	0,8021
Неделя 18	3323,929	404,3569	0,8915	1218,8200	0,7317
Неделя 19	3463,261	700,9156	0,8317	987,1100	0,7782
Неделя 20	4719,656	716,4407	0,8682	1477,6300	0,7616
Неделя 21	6486,556	702,5796	0,9023	1556,1000	0,8065
Неделя 22	5114,778	670,6743	0,8841	1369,4700	0,7888
Неделя 23	5114,778	871,7377	0,8544	1595,5700	0,7622
Неделя 24	2512,885	462,3253	0,8446	918,9500	0,7322
Неделя 25	4310,874	695,3773	0,8611	1424,7000	0,7516
Неделя 26	4326,491	744,2246	0,8532	1452,0000	0,7487
Неделя 27	5551,74	771,6845	0,8780	1578,3900	0,7786
Неделя 28	3788,962	708,1357	0,8425	1433,6800	0,7255
Неделя 29	4154,865	714,1371	0,8533	1533,2600	0,7304
Неделя 30	4388,901	667,297	0,8680	1434,6400	0,7536

Неделя 31	5523,69	641,0844	0,8960	1546,9200	0,7812
Неделя 32	4471,823	686,7273	0,8669	1306,1500	0,7739
Неделя 33	4436,38	753,5014	0,8548	1456,1000	0,7529
Неделя 34	4601,92	618,0453	0,8816	1486,3800	0,7559
Неделя 35	5126,85	765,5226	0,8701	1445,7200	0,7800
Неделя 36	5378,171	698,1928	0,8851	1491,3400	0,7829
Неделя 37	4508,529	768,4893	0,8544	1549,4100	0,7442
Неделя 38	4810,426	935,3938	0,8372	1595,7200	0,7509
Неделя 39	4240,01	853,6781	0,8324	1443,5400	0,7460
Неделя 40	5526,166	812,5424	0,8718	1787,9100	0,7556
Неделя 41	5041,033	654,7294	0,8850	1534,1600	0,7667
Неделя 42	5016,276	834,8158	0,8573	1689,7300	0,7480
Неделя 43	4679,073	1006,135	0,8230	1103,6500	0,8091
Неделя 44	7615,064	921,5947	0,8920	1882,1100	0,8018
Неделя 45	4749,186	733,697	0,8662	1367,4400	0,7764
Неделя 46	7072,705	763,9513	0,9025	1858,8900	0,7919
Неделя 47	5745,005	797,3692	0,8781	1964,7500	0,7452
Неделя 48	6249,285	1425,796	0,8142	2134,7400	0,7454
Неделя 49	5766,217	865,0232	0,8696	1680,3000	0,7744
Неделя 50	6317,32	983,6608	0,8653	1636,1700	0,7943
Неделя 51	5664,776	777,1795	0,8794	1648,8400	0,7746
Неделя 52	6732,628	1172,221	0,8517	1690,4100	0,7993
Неделя 53	3202,648	746,54	0,8110	1159,3300	0,7342
Неделя 54	6788,793	1436,786	0,8253	1901,3700	0,7812
Неделя 55	5531,379	892,7146	0,8610	1933,4500	0,7410
Неделя 56	5973,655	1183,783	0,8346	1725,3000	0,7759
Неделя 57	5749,12	1399,355	0,8042	1837,7800	0,7578
Неделя 58	7064,156	1076,737	0,8677	1812,1300	0,7958
Неделя 59	6068,72	741,6778	0,8911	1651,0800	0,7861
Неделя 60	5903,52	885,5062	0,8696	1631,6300	0,7835
Неделя 61	4499,165	971,9761	0,8223	1225,3000	0,7860
Неделя 62	6950,629	723,6244	0,9057	1793,1900	0,7949
Неделя 63	5379,81	684,9306	0,8871	1845,0300	0,7446

Неделя 64	5232,731	1161,139	0,8184	1971,1300	0,7264
Неделя 65	7054,944	897,7002	0,8871	2006,1800	0,7786
Неделя 66	5162,719	879,5635	0,8544	1904,5600	0,7305
Неделя 67	4939,924	669,0381	0,8807	1663,8100	0,7481
Неделя 68	4656,604	683,7945	0,8720	1602,1100	0,7440

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ГРУППЕ

Номер недели	Z_i	R_i	$K_{\text{загр.}}$	Q_i	$K_{\text{деф.}}$
Неделя 69	3922,29	261,00	0,9376	213,50	0,9484
Неделя 70	3421,40	375,75	0,9010	382,71	0,8994
Неделя 71	3786,46	227,58	0,9433	590,03	0,8652
Неделя 72	4183,26	278,75	0,9375	608,20	0,8731
Неделя 73	6381,48	219,17	0,9668	599,19	0,9142
Неделя 74	6613,94	282,25	0,9591	515,35	0,9277
Неделя 75	10058,36	91,58	0,9910	425,81	0,9594
Неделя 76	6770,13	225,92	0,9677	593,06	0,9195
Неделя 77	6306,63	110,73	0,9827	550,61	0,9197
Неделя 78	6210,89	102,25	0,9838	618,11	0,9095
Неделя 79	6169,61	130,25	0,9793	516,14	0,9228
Неделя 80	12255,24	168,83	0,9864	516,30	0,9596
Неделя 81	5092,22	179,75	0,9659	541,08	0,9040
Неделя 82	7099,78	105,77	0,9853	619,56	0,9197
Неделя 83	10793,33	145,92	0,9867	587,64	0,9484
Неделя 84	5898,71	153,75	0,9746	574,03	0,9113
Неделя 85	6104,47	178,17	0,9716	628,68	0,9066
Неделя 86	6410,49	115,80	0,9823	646,45	0,9084
Неделя 87	6466,26	174,42	0,9737	623,89	0,9120
Неделя 88	12940,80	216,42	0,9836	657,94	0,9516
Неделя 89	4722,63	236,67	0,9523	673,35	0,8752
Неделя 90	6041,42	212,42	0,9660	641,05	0,9041
Неделя 91	7117,68	159,75	0,9780	647,66	0,9166
Неделя 92	7031,71	111,00	0,9845	647,89	0,9156
Неделя 93	13971,57	106,75	0,9924	678,06	0,9537
Неделя 94	7316,60	111,42	0,9850	705,30	0,9121
Неделя 95	7094,92	112,50	0,9844	629,04	0,9186
Неделя 96	5302,20	163,17	0,9701	503,61	0,9133
Неделя 97	6296,81	174,58	0,9730	662,66	0,9048