

Розглядаються галузеві особливості проєктів розвитку інформаційних систем і відповідність їм сучасних методологій проєктування, зокрема NGOSS. Визначаються принципи управління проєктами у складній інфраструктурі підприємств телекомунікаційної галузі

Ключові слова: мультипроєкт, стратифікація, складне оточення

Рассматриваются отраслевые особенности проектов развития информационных систем и соответствие им современных методологий проектирования, в частности NGOSS. Определяются принципы управления проектами в сложной инфраструктуре предприятий телекоммуникационной отрасли

Ключевые слова: мультипроект, стратификация, сложное окружение

The industry features of development projects of information systems and accordance to the modern design methodologies, including NGOSS are considered. The principles of project management in a complex infrastructure of the telecommunications industry are determined

Keywords: multiproject, stratification, complicated environment

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКОЙ И ВНЕДРЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕ- КОММУНИКАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ

А. В. Калмыков

Кандидат технических наук, докторант
Кафедра производства радиоэлектронных систем*
Контактный тел.: 067-570-05-36
E-mail: avk2007@list.ru

А. А. Рева

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Кафедра информационных управляющих систем*
Контактный тел.: 067-570-33-27
*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.
Жуковского «Харьковский авиационный институт»
ул. Чкалова, 17, г. Харьков, Украина, 61070

Введение

Телекоммуникации являются основным потребителем инновационных продуктов в области информационных технологий, компьютерной техники, обработки и передачи информации. В связи со стремительным развитием этих отраслей знаний на предприятиях связи происходит непрерывные процессы расширения емкости сети, внедрения новых услуг. Позитивные результаты данной тенденции в значительной степени обусловлены высоким уровнем автоматизации и информационной поддержки основных и вспомогательных производственных процессов. В настоящее время отрасль является также лидером в разработке и применении стандартов по проектированию, внедрению и сопровождению информационных систем поддержки деятельности.

Постановка задачи

К наиболее перспективным стандартам относится методология Tele Management Forum NGOSS (Framework) [1], в которой предложен ряд моделей и инструментов проектирования информационных систем поддержки деятельности. Несомненным достижением является определение принципов деком-

позиции задач проектирования и разработки систем в зависимости от роли в создании продукта (услуги), уровня взаимодействия с потребителем и по степени детализации. Однако при всем многообразии и объеме представленных подходов в NGOSS, реальные разработчики информационных систем получают общие лишь рекомендации по определению требуемых направлений развития информационных систем, их структуре, организации работ по проектированию, разработке и внедрению.

Следовательно, существует потребность в адаптации подобных концепций к практическим условиям. В рамках данной работы исследуются ограничения методологии NGOSS, с которыми сталкиваются разработчики информационных систем в телекоммуникационной отрасли, и предлагаются некоторые практические шаги по преодолению их.

Специфика разработки информационных систем в телекоммуникационной отрасли

Информационные системы в телекоммуникационной отрасли решают не только традиционные задачи, типичные и для других сфер деятельности и связанные с управлением производством, финансами и т.п., но и являются основным инструментом предо-

ставления услуг и обеспечения всей связанной с ними операционной деятельности [2].

В связи с высокой конкуренцией существует необходимость в максимально быстрой разработке и внедрении новых или модернизации существующих телекоммуникационных услуг. Поэтому в отрасли очень высокие темпы развития информационных систем, что требует сокращения затрат времени на выполнение проектов, и, соответственно, сжатию многих этапов разработки.

Как правило, сокращаются этапы постановки задачи, анализа требований, что, в свою очередь, ведет к завышению оценки стоимости проектов и необходимых ресурсов со стороны исполнителей. В то же время, заказчик часто может выдать только высокоуровневые описания задач, что тоже не способствует желаемому прогрессу в разработке. В таких условиях традиционные методы управления проектами теряют свою эффективность. Альтернативные подходы Scrum, Agile [3, 4] также являются неудобными для создания и внедрения информационных систем в сложной и разветвленной IT-инфраструктуре оператора связи, так как не обеспечивают преемственность и не предполагают планомерное развитие требований к объектам разработки.

На практике вышеперечисленные специфические условия и требования приводят к следующим особенностям проектов разработки информационных систем:

- требования и объем многих проектов уточняются в процессе разработки и согласовываются с заказчиком «налету». При этом обеспечивает полная преемственность и возможность развития системы путём документирования всех основных спецификаций системы и ее артефактов;

- реализация всех требований разделяется на несколько этапов, на основании которых формируется последовательность проектов, составляющих мульти-проект или программу разработки и развития информационной системы;

- информационные системы являются ключевой частью сложной разветвлённой функционирующей IT-инфраструктуры, любые изменения выполняются фактически «на лету», без длительной остановки предоставляемых услуг.

Методология NGOSS, преимущества и ограничения

В рамках концепции NGOSS предполагается использование методологии SANRR (Scope, Analyze, Normalize, Rationalize, Rectify) [5] для управления анализом, разработкой и внедрением информационных систем. Данные действия основаны на использовании инструментов TAM (Telecom Operations Map) [6], eTOM (Enhanced Telecom Operations Map) [7], SID (Shared Information and Data Model), TNA (Technology Neutral Architecture) [8]. Подход предполагает итеративный процесс, состоящий из следующих операций (см. рис. 1):

- определение границ системы;
- анализ (документирования) задачи;
- нормализация – приведение к представлению в категориях TAM, SID, eTOM, TNA;

- рационализация – определение необходимых преобразований, внедрения новых процессов, процедур; если границы необходимо расширить – возвращение к определению границ;

- реализация выявленных на этапе рационализации необходимых изменений и внедрений.

Дальнейшее развитие концепции NGOSS предполагает использование нескольких базовых инструментов проектирования и разработки информационных систем: MTO SI (Multi-Technology Operations Systems Interface), OSS/J (OSS through Java Initiative) [9]. Данные инструменты относятся к практической реализации идей и принципов методологии NGOSS в виде конкретных структур данных и интерфейсов взаимодействия компонентов и систем.

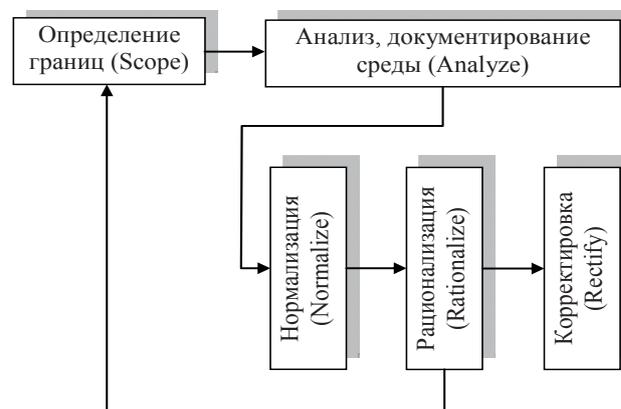


Рис. 1. Процесс разработки согласно методологии SANRR

Предлагаемый в NGOSS подход позволяет определить место выполняемых разработок в IT-инфраструктуре предприятия и упростить управление процессами внедрения и развёртывания. По сути, процесс разработки и внедрения информационных систем сводится к системотехнической задаче комплексирования из доступных компонент по унифицированной схеме и создания в случае необходимости новых или модернизации существующих подсистем. Вместе с тем сами процедуры проектирования и решения таких отдельных или комплексных задач предлагаемая методология фактически не рассматривает.

Предполагается, что детальное планирование деятельности по проектированию, реализации и внедрению выполняется непосредственно руководителем работ, проекта. Следовательно, успех выполняемых проектов зависит от субъективных знаний и опыта.

Кроме того, данный подход предполагает или достаточно детерминированные требования и окружение проекта или наличие достаточного количества ресурсов, в том числе и времени для их прояснения и уточнения. На практике внедрение новых услуг и функциональности ограничено по времени, а требования сформулированы заказчиком, как правило, только в общем виде. Это приводит к необходимости согласовывать и уточнять требования к системе в процессе выполнения проектов. К сожалению, в концепции NGOSS в явном виде не предусмотрено это.

Методология проектирования сложных систем и концепция NGOSS

Известные методологии управления проектированием и внедрением сложных информационно-компьютерных систем производственного и технологического назначения предполагают декомпозицию на относительно слабосвязанные части и компоненты [10]. Например, в работе [11] в качестве такого основополагающего подхода предлагается стратификация проектируемой системы в соответствии с категориями свойств процессов и артефактов. Фактически под стратой понимаем точку зрения проектировщика на разрабатываемую и внедряемую систему относительно группы её характеристик или свойств. При этом различают следующие страты:

- целевая;
- функциональная;
- информационная;
- структурная;
- данные;
- алгоритмическая;
- программное обеспечение;
- комплекс технических средств (КТС).

Такой подход дает прозрачную и логически объяснимую последовательность действий по разработке и внедрению информационных систем и, в то же время, во многом соответствует принципам проектирования и инструментам NGOSS. При данной трактовке проектных действий определяется следующая последовательность выполняемых мероприятий по проектированию и разработке сложных информационных систем [11]:

- определяются цели разрабатываемой системы, определяется ее положение в инфраструктуре, формируется системная целевая модель. Выполняется статическое моделирование для проверки согласованности целей и задач отдельных компонентов с общими целями внедряемой системы;

- на основании целей системы определяются функции. Формируется системная функциональная модель, на основании которой выполняются действия по проверке характеристик выполняемых функций целям и задачам системы;

- с использованием функциональной модели определяются необходимые потоки информации между процессами, формируется системная информационная модель;

- на основании системных функциональной и информационной моделей формируется системная структурная модель. Определяются характеристики отдельных структурных компонентов системы и оценка их на соответствие требованиям задач и целей разрабатываемой системы;

- на основании системных структурной и информационной моделей определяются принципы хранения и доступа к данным, формируется системная модель данных. Выполняются действия по проектированию и реализации хранения и доступа к данным;

- на основании системных моделей функций и данных формируется системная алгоритмическая модель. На ее основе выполняется проектирование алгоритмов системы, проверка их на соответствие

требованиям по быстродействию, функциональной полноте;

- на базе системных моделей алгоритмов и данных системы выбирается необходимое программное обеспечение и соответствующий ему комплекс технических средств.

Перечисленная последовательность проектных действий, несмотря на свою конкретику, нуждается в уточнении в контексте известных моделей и концепций методологии NGOSS, применение которых рекомендуется сообществом Tele Management Forum.

В табл. 1 приведено соответствие между стратами проектирования информационной системы, инструментами NGOSS и ракурсами проектирования.

Таблица 1

Применение инструментов NGOSS относительно страт проектирования информационных систем и ракурсов жизненного цикла

Страты \ модели NGOSS	Бизнес	Система	Внедрение	Развертывание
Целевая	TAM	TAM	TAM	TAM
Функциональная	eTOM	eTOM	eTOM	eTOM
Информационная		SID	SID	SID
Структурная		TNA	TNA	TNA
Данные			MTOSI	MTOSI
Алгоритмическая			eTOM	eTOM
Программное обеспечение				OSS/J
Комплекс технических средств				OSS/J

Представленная в табл. 1 матрица иллюстрирует не только преимущественное применение инструментов и моделей на этапах разработки информационных систем, но и соответствия между трактовками проектных действий при стратифицированном подходе и при контексте концепции жизненного цикла NGOSS.

В табл. 2 представлена сводная информация о конкретных проектных действиях на каждой страте, применяемых критериях для оценки эффективности и соответствия системы предъявляемым требованиям, используемых инструментах NGOSS.

Таким образом, предлагаемая трактовка этапов жизненного цикла NGOSS позволяет определить преимущественные направления выполняемых активностей разработки и назначить контрольные точки выполняемых проектов, принципы их оценки. Фактически речь идёт о наполнении каждого этапа конкретными проектными действиями, формулирование реальных целей этапов, для достижения которых целесообразно применение моделей и инструментов NGOSS.

Таблица 2

Проектные действия при стратифицированном подходе, инструменты и принципы оценки их эффективности

Страта	Предмет разработки	Проектные действия и применяемые подходы к оценке эффективности решений	Инструменты
Целевая	Цели и их взаимосвязи	Определение положения системы относительно других компонентов. Определение согласованности целей компонентов с целями системы	TAM
Функциональная	Функции, процессы, выполняемые в системе	Проверка функциональной полноты задач, их связности, оценка соответствия заданных производительности (быстродействия), емкости и надежности функций и процессов совокупным характеристикам системы	eTOM
Информационная	Информационные потоки, внутри системы	Оценка соответствия информационного обмена требованиям системы по критериям функциональной полноты, производительности и надежности	SID
Структурная	Архитектура системы, структурные компоненты и их взаимосвязь	Формирование архитектуры системы на основании системных моделей функций и информационных потоков. Проверка функциональной полноты элементов, соответствия их задачам и функциям. Оценка производительности, надёжности, согласованности компонентов	TNA
Данные	Структуры данных, спецификации протоколов	Определение структуры данных, протоколов обмена информацией между внутренними компонентами и внешними системами. Оценка их соответствия функциям, компонентам и внешним системам.	SID, MTOSI
Алгоритмическая	Алгоритмы функционирования (обработки данных)	Разработка алгоритмов обработки данных (workflow). Тестирование разработанных алгоритмов по критериям быстродействия, точности. Оценка корректности (получение на выходе ожидаемых результатов)	SID, MTOSI
ПО	Реализация алгоритмов и структур данных	Практическая реализация информационной системы на основе выбранного программного и аппаратного окружения. Выбор платформ, библиотек. Оценка их соответствия требованиям алгоритмов, данных	OSS/J
КТС	Практическое внедрение системы	Практическая реализация информационной системы. Выбор доступных аппаратных платформ. Оценка соответствия выбранных средств заданным интегральным характеристикам системы	OSS/J

Итеративный характер разработки и внедрения информационных систем

Реальный процесс разработки информационных систем имеет итеративный характер и состоит в повторении процедур проектирования (синтеза), проверки (анализа) решений и прототипов на соответствие высокоуровневым требованиям в разрезе рассматриваемого аспекта (страты) проектирования. Например, при обработке информации для различных он-лайн приложений важно обеспечить требуемое быстродействие, что достигается корректно спроектированной архитектурой решений, «не нагруженными» алгоритмами обработки данных, оптимальной структурой данных, программными и аппаратными средствами реализации. Разработке перечисленных артефактов информационной системы отвечают соответствующие страты [11].

При этом эффективное решение, как правило, не является сразу очевидным, требуется исследование множества возможных его вариантов. Общая схема процесса разработки информационной системы показана на рис. 2.

На рис. 2 показаны позиции результатов проектирования по стратам разрабатываемой системы в координатах ракурсов жизненного цикла NGOSS. Очевидно, что с продвижением разработки системы, большее количество аспектов задействуется и влияет на конечные характеристики.

Необходимо также отметить использование двойной обратной связи для процедур проектирования информационных систем. На каждой страте возможна ситуация, при которой спроектированные и ранее определённые артефакты или аспекты системы не могут обеспечить выполнение требований на текущей страте разработки. Поэтому в пределах каждого ракурса разработки информационных систем возможны случаи, при которых целесообразно выполнить новую итерацию проектирования (перепроектирование) на вышестоящих стратах с целью достижения соответствия предлагаемого решения требуемым характеристикам системы.

Однако этот процесс следует ограничить в пределах отдельного ракурса, так как пересмотр результатов разработки или внедрения на множестве страт более высокого уровня может означать кардинальные изменения системы. Такие изменения требуют больших затрат и ресурсов, поэтому в случае невозможности выполнения требований обычно заказчик идёт на их смягчение на текущем проекте, их частичный перенос в рамки других проектов. В связи с этим имеет смысл определить возможные отклонения фактических характеристик от желаемых (идеальных) характеристик и дальнейшие проектные действия выполнять с учетом данных допущений.

Оценить состояние системы по каждой страте достаточно проблематично, в то же время для ракурсов жизненного цикла NGOSS возможно сформулировать

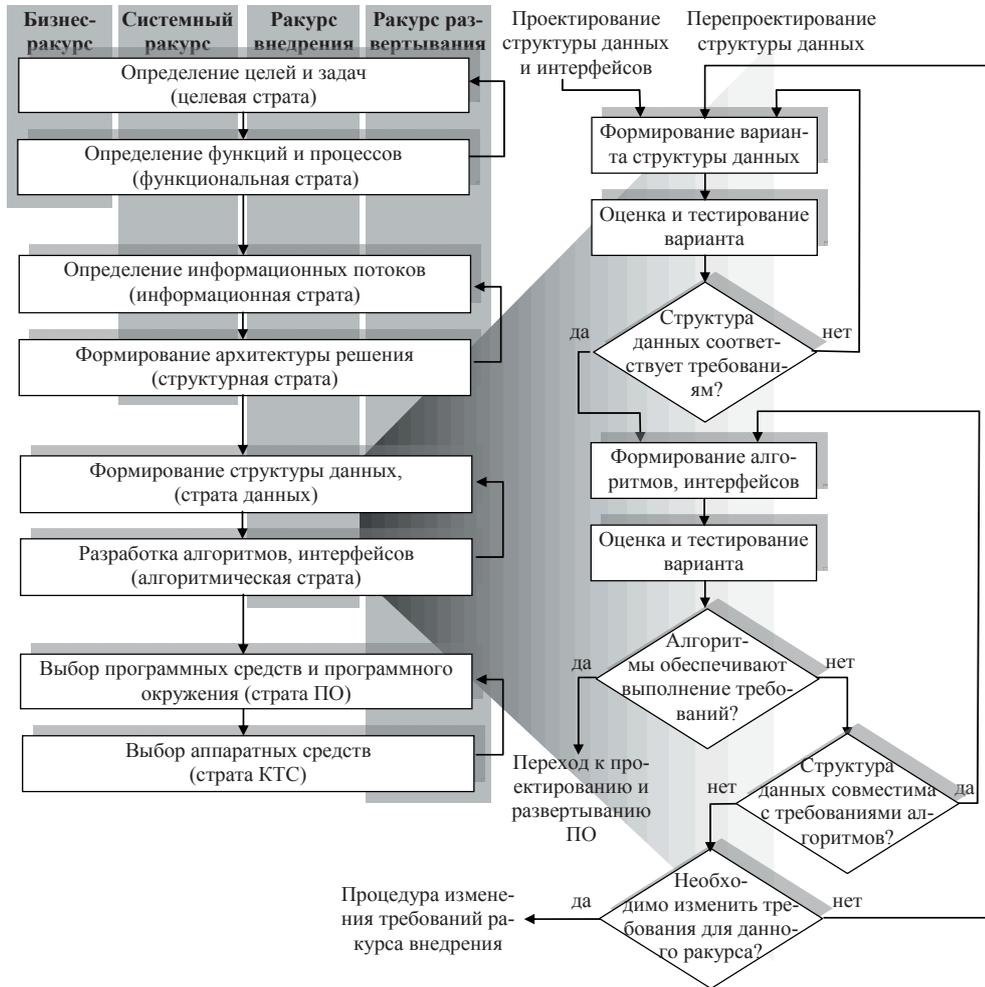


Рис. 2. Итеративный процесс разработки и внедрения информационных систем

критерии оценки, как с позиции заказчика, так и с позиции исполнителя. Запишем несоответствие между идеальным R_{stra}^{ref} и фактическим R_{stra}^{fact} состоянием проектируемой системы на страте $stra$ как:

$$\Delta R_{stra} = \overline{R_{stra}^{ref} \cap R_{stra}^{fact}}$$

Тогда совокупность несоответствий характеристик идеального и фактического состояний разрабатываемой системы относительно рассматриваемого ракурса запишется как:

$$\Delta R_{view} = \bigcup_{stra} \Delta R_{stra} = \bigcup_{stra} \overline{R_{stra}^{ref} \cap R_{stra}^{fact}}$$

где $stra \in view$;

$\bigcup_{stra} \Delta R_{stra} \square$ совокупность несоответствий между идеальным (эталонным) и фактическими состояниями системы на стратах, входящих в состав ракурса $view$;

$\Delta R_{view} \in \epsilon_{view} \square$ совокупность несоответствий характеристик является подмножеством допустимых расхождений для ракурса разработки $view$.

В соответствии с концепцией NGOSS [5] (см. рис. 3) заказчик может оценить систему с позиций соответствия свои требованиям к назначению (цели, функции в бизнес-ракурсе $R_{business}^{ref}$) и прак-

тической реализации (используемое программное и аппаратное обеспечение в ракурсе развёртывания $R_{deployment}^{ref}$). А исполнитель рассматривает информационную систему на соответствие ожидаемой позиции в IT-инфраструктуре (архитектура, структура, состав внешних и внутренних связей, данных в системном ракурсе R_{system}^{ref}) и качественному уровню реализации (состав и спецификации интерфейсов, принципы организации и обработки данных в ракурсе внедрения $R_{implementation}^{ref}$). Локализация расхождений на каждом из ракурсов, позволяет сузить поиск источников причин таких несоответствий относительно нескольких соответствующих страт.

В виду сложного окружения в IT-инфраструктуре операторов связи и высокой критичности задач,

решаемых информационными системами, логично минимизировать возможные риски путем дробления проектов разработки и развития систем на несколько (множество) подпроектов, позволяющих уменьшить объем изменений внутри каждого проекта, более детально проработать отдельные части реализуемой функциональности, более полно учесть требования, позицию и опыт как заказчика, так и исполнителя.

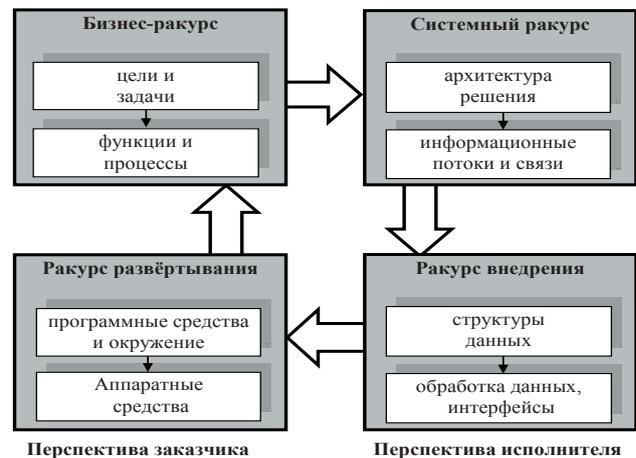


Рис. 3. Взгляды заказчика и исполнителя на разрабатываемую систему согласно методологии NGOSS

В связи с этим в концепции NGOSS предусмотрены следующие особенности жизненного цикла проектов разработки и внедрения информационных систем [7]:

- последовательное наращивание и улучшение функциональности, состоящее в циклическом прохождении всех ракурсов проектирования и разработки системы с изменением требований, внешних и внутренних условий;
- наличие двух точек зрения (перспектив) на процесс проектирования: заказчика и исполнителя, относительно которых вносятся коррективы в процедуры разработки на соответствующих этапах жизни системы.

В реальности для телекоммуникационной отрасли эти особенности проявляются в эволюционном характере развития информационной системы и детерминированном влиянии на него со стороны первичных заинтересованных сторон: заказчика и исполнителя.

Например, разработка и внедрение различных компонентов информационной системы выполняются в рамках нескольких проектов, этапов, каждый из которых в отдельности является логически законченным и формально независимым. В зависимости от этапа реализации каждого проекта, его процессы находятся под влиянием заинтересованных сторон разработки.

Так, заказчик информационной системы определяет цели и функции в рамках бизнес-проектирования, средства, окружение и инструменты при развертывании в составе своей IT-инфраструктуры. Причем для каждого нового проекта выполняется уточнение и развитие подобных требований. Процессы проектирования каждой страты выполняются на основании требований предыдущего проекта, их реального выполнения и требований нового проекта. Таким образом, идеальное состояние системы для $i+1$ -го проекта можно записать как:

$$R_{view}^{i+1ref} = RC_{view}^{i+1} \cup R_{view}^{ifact} = RC_{view}^{i+1} \cup \overline{R_{view}^{iref} \cap \Delta R_{view}^i}$$

где

RC_{view}^{i+1} □ совокупность требований и ограничений, предъявляемых к системе в $i+1$ -м проекте (этапе);

ΔR_{view}^i □ совокупность несоответствий между идеальным (эталонным) и фактическим состояниями системы на стратах, входящих в состав ракурса $view$, после выполнения i -го проекта;

R_{view}^{ifact} □ фактическое состояние системы относительно страт, входящих в состав ракурса $view$, после выполнения i -го проекта;

$\dots RC_{view}^{i-2} \in RC_{view}^{i-1} \in RC_{view}^i \dots$ □ требования и ограничения, предъявляемые к системе, наращиваются поэтапно и обеспечивается их преемственность от 1-го до i -го проекта;

$\Delta R_{view}^i \in \epsilon_{view}^j, (j=1..i)$ □ обеспечивается преемственность разработки от 1-го до i -го проектов, входящих в мульти-проект или программу.

На рис. 4 визуально показан процесс разработки информационной системы в нотации жизненного цикла NGOSS, влияние на них заинтересованных сторон в длительных многоэтапных проектах.

Как видно из этих рассуждений, в длительных, многоэтапных проектах разработки, состоящих из множества повторяющихся итераций, влияние заинтересованных сторон также имеет итерационный характер.

Изменение позиций этих сторон может привести к предъявлению противоречивых требований к объекту разработки. В этих условиях важно обеспечить преемственность развития информационной системы.

Очевидно, вопросы преемственности развития сложных информационных систем в длительных программах или мульти-проектах требуют дополнительного исследования.

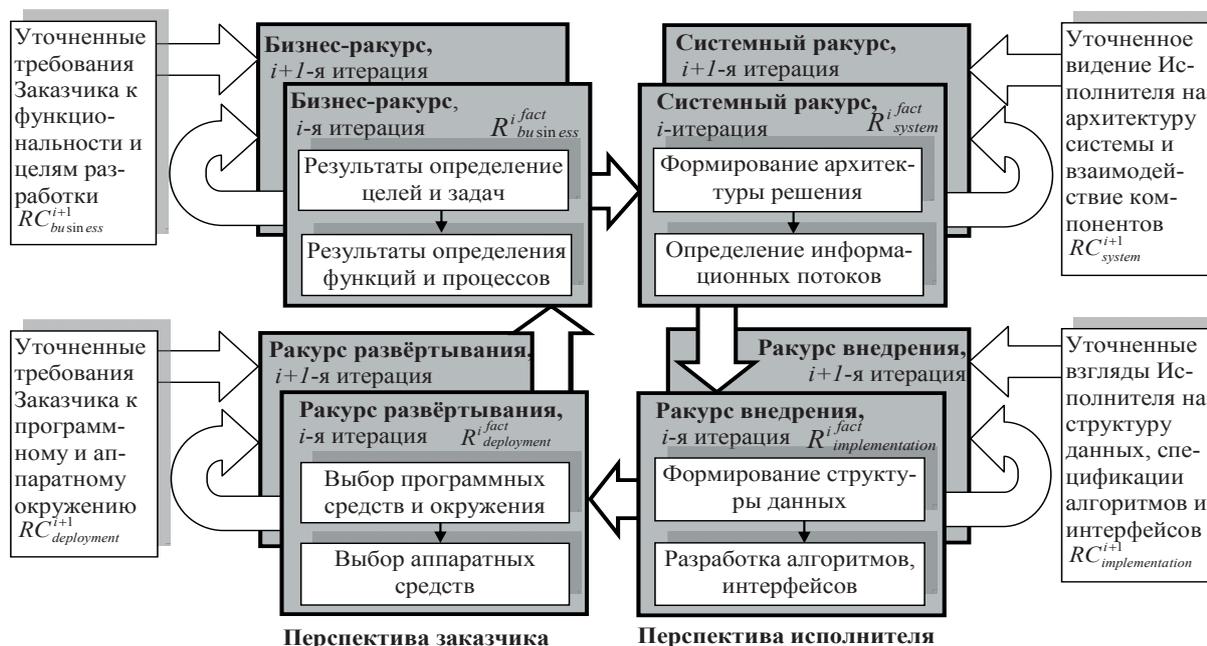


Рис. 4. Жизненный цикл информационных систем по NGOSS, влияние заказчика и исполнителя

Заключение

Таким образом, рассмотрены следующие особенности разработки и внедрения информационных систем в телекоммуникационной отрасли:

- необходимость в быстрой разработке и внедрении информационных систем, являющихся основным инструментом производства услуг;
- многоэтапность проектов развития информационных систем, последовательное наращивание функциональности;
- сложное IT-окружение, необходимость обеспечения непрерывности функционирования.

Показаны, что существующие подходы не всегда учитывают данную специфику. С целью минимизации таких ограничений рассмотрен ряд практических приемов, дополняющих известные методологии проектирования:

- стратификация разрабатываемой системы с определением аспектов системы, вовлеченных в процессы разработки и внедрения на каждом ракурсе

жизненного цикла системы, что позволяет более детально структурировать данные проектные действия;

- использование в некоторых проектах двойной обратной связи на основных этапах (ракурсах) процессов проектирования, разработки, внедрения и развертывания – обратная связь при создании исполнителем вариантов разрабатываемых аспектов и артефактов системы и обратная связь при пересмотре требований, предъявляемых заказчиком к системе;
- разделение проекта развития функциональности систем на несколько этапов, совместно составляющих мульти-проект или программу развития данного проекта проектирования, что позволит снизить риски принятия некорректных решений и значительно упростит процессы формирования требований и разработки системы.

При этом важнейшим условием является обеспечение преемственности, как на уровне требований, так и на уровне проектных решений, что требует дополнительного изучения.

Литература

1. GB 927. The NGOSS Lifecycle and methodology. Version 1.1 [Электронный ресурс] / The TeleManagement Forum. – 2004. – Режим доступа: \www/ URL: <http://www.itarchitects.ca/whitepaper/The%20NGOSS%20Lifecycle%20and%20Methodology.pdf> – 15.05.2010 г. – Загл. с экрана.
2. Менеджмент в телекоммуникациях [текст] / под ред. Н. П. Резниковой, Е. В. Деминой. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 392 с.
3. Фаулер, М. Новые методологии программирования [Электронный ресурс] / М. Фаулер. – пер. с англ. – 2004. – Режим доступа: \www/ URL: <http://www.maxkir.com/sd/newmethRUS.htm>.
4. Арчибалд, Р.Д. Управление высокотехнологичными программами и проектами [текст] / Рассел. Д. Арчибалд. – пер. с англ. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Компания АйТи; ДМК Пресс, 2004. – 472 с.
5. New Generation Operational Support Systems (“NGOSS”). Architecture Overview. Public Version 1.500 [Электронный ресурс] / The TeleManagement Forum. – 2003. – Режим доступа: \www/ URL: <http://www.tmforum.org/sdata/documents/TMFC763%20GB920v1.5.pdf> – 10.11.2010 г. – Загл. с экрана.
6. GB929. Application Framework (TAM) Map. The BSS/OSS landscapes. Release 3.0. Version 3.2 [Электронный ресурс] / The TeleManagement Forum. – 2008. – Режим доступа: \www/ URL: http://www.amdocs.com/documents/TM_Forum_Application_Framework_3-2.pdf – 10.11.2010 г. – Загл. с экрана.
7. TMF White paper on NGOSS and MDA. Version 1.0 [Электронный ресурс] / The TeleManagement Forum. – 2004. – Режим доступа: \www/ URL: <http://www.bptrends.com/publicationfiles/04-04%20WP%20TMF%20MDA-NOGSS%20-%20Strassner%20et%20al.pdf> – 15.05.2010 г. – Загл. с экрана.
8. TMF 053. The NGOSS Technology-Neutral Architecture. Public Evaluation. Version 2.5 [Электронный ресурс] / The TeleManagement Forum. – 2002. – Режим доступа: \www/ URL: <http://www.tmforum.org/sdata/documents/TMFC1284%20TMFC1173%20TMF053-v2%5B1%5D.5.pdf> – 15.05.2011 г. – Загл. с экрана.
9. OSS through Java as an Implementation of NGOSS. A White Paper [Электронный ресурс] / The TeleManagement Forum. – Режим доступа: \www/ URL: http://www.ossj.org/learning/docs/wp_technologycomparison1.0.pdf – 15.05.2010 г. – Загл. с экрана.
10. Райли, Дж. NGOSS: Построение эффективных систем поддержки поддержки и эксплуатации сетей оператора связи [текст] / Дж. Райли, М.Кринер. – пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – 192 с.
11. Илюшко, В. М. Системное моделирование в управлении проектами [текст]: монография / В. М. Илюшко, М. А. Латкин. – Харьков: НАУ «ХАИ», 2010. – 220 с.