

## 11. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА

### 11.1. МЕТОДЫ ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕРМИНАЛЬНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА

Тимофеев А.В., факультет кибернетики, выпускник кафедры №28 системного анализа

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

Представлены методы описания процессов для систем терминального информационного обмена, а также описана технология разработки данного типа информационных систем с использованием полученных методов.

#### ВВЕДЕНИЕ

Системы терминального информационного обмена (СТИО) – тип корпоративных информационных систем, имеющих многоуровневую структуру, основанных на использовании интернет / интранет технологий, и предназначенных для координации информационного обмена на нижнем исполнительном уровне организации. Существует необходимость применения технологии СТИО, а также разработки моделей типовых информационных процессов для видов организационной деятельности, что особенно актуально при внедрении СТИО в регионах Российской Федерации для государственного управления.

В настоящее время не существует технологий СТИО, позволяющих разработать СТИО, при использовании которых достигаются необходимые результаты.

Теоретический и методический фундамент исследований методов описания процессов для информационных систем содержится в работах А.-В. Шеера, Дж. Харрингтона, Дж. Рамбо, А. Якобсона, Г. Буча, Зиндера Е.З. Также проблемы разработки информационных систем рассматриваются в работах Вендро-ва А.М., Смирнова Ю.М., Андреева А.М., Березкина Д.В., Избачкова Ю.С.

Однако работы приведенных авторов не рассматривают специфику методов описания информационных процессов для СТИО, в частности не рассматривается использование нескольких методологий описания для составления связанных моделей информационных процессов. Недостаточная теоретическая разработанность, а также значимость и актуальность вопросов, касающихся разработки методов описания информационных процессов для систем терминального информационного обмена, определили цели и задачи выполненной работы. При выполнении работы была разработана процедура поиска путей выполнения организационных процессов, в которую впервые введена возможность учета связей между процессами различных уровней организации, что позволяет выбрать путь, при котором общее время выполнения процесса в организации является минимальным. Также впервые был разработан метод комплексного использования моделей информационных процессов, отличающийся возможностью связывать описания информационных процессов для различных организационных уровней, составленных с использованием различных методологий. Разработанные связанные модели информационных процессов, с использованием процессно- и объектно-ориентированных методологий, отличаются впервые введенной аналитической моделью, применяемой для связывания понятий различных методологий.

#### Системы терминального информационного обмена

Рассмотрение СТИО как типа информационной системы связано с рассмотрением аспектов обеспечения функционирования СТИО.

К аспектам обеспечения функционирования СТИО относятся:

- правовые аспекты;
- лингвистические аспекты;
- организационные аспекты;
- технические аспекты;
- информационные аспекты;
- программные аспекты.

Правовое и лингвистическое обеспечение СТИО при их использовании в финансовых организациях регулируются Федеральным законом «О банках и банковской деятельности» от 2 декабря 1990 г. №395-1 и Федеральным законом «О деятельности по приему платежей физических лиц, осуществляемой платежными агентами» от 3 июня 2009 г. №103-ФЗ. Данные законы включают часть понятий, используемых при лингвистическом обеспечении СТИО.

Лингвистическое обеспечение СТИО включает определение набора понятий и языков, используемых для обозначения элементов и характеристик СТИО, которые используются для описания СТИО. К основным понятиям лингвистического обеспечения СТИО относятся:

- СТИО;
- отдел организации – структурный уровень организации, выполняющий определенный набор функций, включает набор функциональных подразделений;
- функциональное подразделение – структурный уровень организации, выполняющий одну или несколько функций в составе отдела организации;
- процесс уровня всей организации – процесс, охватывающий несколько отделов организации, направленный на выполнение основной бизнес-задачи организации. Процесс состоит из последовательности функций, которые выполняются при обращении к ресурсам отделов организации;
- процесс уровня отдела организации – процесс, выполняемый при работе отдела организации, направленный на выполнение определенного набора функций;
- процесс уровня функционального подразделения организации – процесс, выполняемый при работе функционального подразделения в составе отдела организации, направленный на выполнение одной или нескольких функций;
- терминальная часть СТИО – программно-технический вычислительный комплекс, являющийся частью СТИО и предназначенный для обмена информацией и объектами с сотрудниками и клиентами организации путем формирования и изменения состояний электронных документов. В зависимости от отрасли терминальная часть может обозначаться характерным термином: банкомат, платежный терминал, киоск.

Координация информационного обмена на нижнем исполнительном уровне организации посредством СТИО включает в себя сбор, хранение, обработку, передачу, поиск и представление информации, возникающей и используемой при выполнении всех этапов организационных процессов различных организационных уровней. При этом информация представлена набором управленческих документов, используемых на каждом этапе организационных процессов для постановки задач, контроля выполнения и информационно-справочной поддержки выполнения. Набор управленческих документов, присутствующих в СТИО определяется структурой управления организацией.

Структура управления организацией – совокупность элементов в составе организации, которые реализуют функции управления организацией, к которым относятся обеспечение планирования процесса производ-

ства и предоставления услуг, составление рабочих заданий и координация работ, обработка результатов выполнения заданий.

Уровень структуры управления организацией – набор элементов в структуре управления организацией, выполняющий ограниченный набор функций управления, координирующий выполнение функций управления на нижестоящих уровнях и подчиняющийся элементам вышестоящего уровня.

Задачу управления организацией необходимо рассматривать после проведения анализа структуры управления организацией. Современные структуры организации в большинстве случаев имеют иерархическую структуру. Для рассмотрения работы организаций с иерархическими системами управления используются элементы теории многоуровневых иерархических систем. К характеристикам иерархических организаций относятся:

- последовательное вертикальное расположение подсистем управления организацией, составляющих структуру управления организацией;
- приоритет действий или право вмешательства подсистем верхнего уровня;
- зависимость действий подсистем верхнего уровня от фактического исполнения нижними уровнями своих функций.

Одной из главных характеристик иерархических систем управления является возможность вмешательства и получения обратной связи между уровнями, при этом подсистема нижестоящего уровня имеет расширенный набор полномочий для самостоятельного принятия решения, т.е. подсистема вышестоящего уровня определяет условия принятия решения для подсистемы нижестоящего уровня. Терминальные части СТИО, используемые в организациях, являются подсистемой принятия управленческих решений за счет формирования и изменения состояний управленческих документов. Взаимосвязь подсистем управления организацией описывается в трех типах иерархий, которые необходимо рассматривать:

- уровень описания, или абстрагирования;
- уровень сложности принимаемого решения;
- организационный уровень.

Уровень описания, или абстрагирования определяет понятие страт – уровней систем, которые выделяются при рассмотрении системы с различных уровней абстрагирования. В организации можно выделить страты, обозначающие уровни абстрактного представления: экономические объекты, людские ресурсы и автоматическая обработка.

Уровень сложности принимаемого решения определяет взаимосвязь проблем и их решений. Сложная проблема разбивается на подпроблемы, для каждой из которых ищутся решения. Такая иерархия называется иерархией слоев принятия решений. Автоматизированная система принятия решений, в составе которой может использоваться СТИО, имеет следующие слои:

- слой выбора определяющего выбор способа действия. Принимающий решение элемент на этом слое получает внешние данные (информацию) и, применяя тот или иной алгоритм (определяемый на верхних слоях), находит нужный способ действия [1, 34];
- слой обучения, или адаптации. Задача данного слоя – конкретизация множества неопределенностей, с которыми имеет дело слой выбора [1, 34].

Слой самоорганизации. Этот слой выбирает структуру, функции и стратегии, используемые на нижележащих слоях, таким образом, чтобы по возможности приблизиться к глобальной цели. Если данная цель не до-

стигается, этот слой может изменить функции на первом слое или стратегию обучения на втором слое в случае неудовлетворенности оценки неопределенности.

Системы принятия решений связываются организационными уровнями, которые образуют многоуровневую организационную иерархию. Это понятие иерархии подразумевает, что:

- система состоит из семейства четко выделенных взаимодействующих подсистем;
- некоторые из подсистем являются принимающими решения (решающими) элементами;
- принимающие решения элементы располагаются иерархически, в том смысле, что некоторые из них находятся под влиянием или управляются другими решающими элементами.

В данном типе иерархий уровень называется эшелон. К эшелонам организации относятся:

- уровень всей организации;
- уровень отдела;
- уровень функционального подразделения.

Координация информационного обмена посредством СТИО реализуется для всех выделенных уровней за счет использования управленческих документов соответствующего типа.

Таким образом, в состав СТИО входят следующие подсистемы:

- терминальная часть СТИО, являющаяся подсистемой информационного обмена уровня функционального подразделения и позволяющая отображать и получать необходимые электронные документы;
- подсистема мониторинга работы терминальных частей СТИО, являющаяся подсистемой информационного обмена уровня отдела организации, позволяющая контролировать изменение состояний управленческих документов;
- подсистема описания структуры процессов и планирования заданий, являющаяся подсистемой информационного обмена уровня всей организации, позволяющая формировать документы, соответствующие выполнению основных процессов организации.

Данные подсистемы объединены в иерархию элементов информационного обмена СТИО, образующих многослойную иерархию, в виде многослойных и многоэшелонных иерархий.

Для управления организации используются автоматизированные системы управления. Иерархическое представление позволяет рассмотреть взаимодействие компонентов СТИО и АСУ организации на различных уровнях организационной иерархии.

Задача информационного обмена решается при внедрении СТИО согласно описанному представлению для выделенных иерархий. Это позволяет реализовать дополнять автоматизированные системы принятия решений на всех уровнях организационной иерархии, сократить время, необходимое для принятия решений, сократить часть рабочего персонала, отвечающего за планирование и контроль выполнения рабочих заданий, и повысить качество и точность принимаемых управленческих решений.

СТИО позволяет связать различные эшелоны организации и выполнять координацию информационного обмена на нижнем уровне иерархии, используя управленческие документы.

Теория многоуровневых иерархических систем также рассматривает следующие стратегии управления системой:

- координация путем прогнозирования взаимодействий – вышестоящий элемент посылает нижестоящим элементам значения будущих связующих сигналов. Тогда нижестоящие

элементы начинают вырабатывать свои локальные решения в предположении, что связующие сигналы, которые в дальнейшем действительно к ним поступят, окажутся именно такими, какими их предсказал вышестоящий элемент;

- координация путем оценки взаимодействий – вышестоящий элемент задает диапазон значений для связующих сигналов. Нижестоящие элементы рассматривают эти сигналы как возмущения, могущие принимать любое значение в заданном диапазоне;
- координация путем «развязывания» взаимодействий – элементы нижестоящего уровня трактуют связующий сигнал как дополнительную переменную решения. Они решают свои задачи так, как если бы связующие сигналы можно было выбрать произвольно.

Использование описанных стратегий позволяет выполнить координацию работы отделов и функциональных подразделений организации, а терминальные части СТИО при этом являются средством информационного обмена для выполнения координирующих воздействий на работу функциональных подразделений, путем формирования документов с планами работы и путем контроля их выполнения с помощью отчетных форм, которые можно рассматривать как компонент координирующих сигналов. На основе информации, получаемой управляющей системой уровня отдела от терминальных частей СТИО, также происходит корректировка координирующих сигналов.

Целями внедрения корпоративных информационных систем являются:

- снижение числа персонала отделов организации;
- повышение качества работы отделов, т.е. повышение качества выполняемых отделом функций – уменьшение времени выполнения функций при обработке заданий;
- повышение качества управления – уменьшение расхождений между планом загрузок и фактическим временем выполнения заданий при работе организации.

К видам организационной деятельности, для которых СТИО получили широкое распространение можно отнести: банковскую деятельность (Закон «О банках и банковской деятельности» от 2 декабря 1990 г. №395-1), деятельность по приему платежей (Закон «О деятельности по приему платежей физических лиц, осуществляемой платежными агентствами» от 3 июня 2009 г. №103-ФЗ), производство, социальное обслуживание и обучение. Использование СТИО как средства информационного обмена возможно и в других сферах.

### Метод комплексного использования моделей информационных процессов

В выполненной работе проведена разработка метода комплексного использования моделей информационных процессов, в составе которого применена процедура поиска путей выполнения организационных процессов, для которых время выполнения процессов будет минимальным.

Для решения задачи по поиску пути использовался переход от функциональных моделей организационных процессов ARIS и UML к математической модели организации, так как методологии ARIS и UML не позволяют находить минимальное время выполнения процесса в отделе организации.

В процедуре используются элементы теории графов, а также алгоритм Форда-Беллмана для поиска пути минимальной длины через граф. Выбор математического аппарата обусловлен возможностью представления структуры отдела и функциональных подразделений в виде графа. Алгоритм Форда-Беллмана выбран из-за приемлемого времени поиска пути минимальной длины для графа рассматриваемой размерности. Для сведения общей задачи до рассматриваемой размерности был разработан соответствующий подход.

Процедура поиска путей выполнения процессов, который состоит из следующих этапов:

- сопоставление элементов математической модели организации и элементов диаграмм ARIS, описывающих процессы уровня всей организации;
- определение вариантов выполнения задач функций функциональными подразделениями отдела для каждого процесса в виде ориентированного графа;
- определение для каждого функционального подразделения времени, необходимого для выполнения задачи функции и присвоение весов ребрам графа;
- решение задачи о поиске пути минимальной длины через граф с использованием алгоритма Форда-Беллмана;
- определение оптимального времени выполнения задачи функции в отделе для рассматриваемого процесса;
- переход к рассмотрению следующего процесса и соответствующего ему набора функций.

Процедура применима к процессам уровня всей организации, процессам уровня отделов и функциональных подразделений. Определим метод комплексного использования моделей процессов как совокупность приемов и операций и последовательности их применения, позволяющую разрабатывать связанные описания информационных процессов различных уровней, применяя процессно- и объектно-ориентированные методологии.

Метод состоит в реализации следующих процедур:

- создание диаграмм ARIS для информационных процессов уровня всей организации;
- применение процедуры поиска путей выполнения организационных процессов, для нахождения минимального времени выполнения задач функций;
- определение отделов и функциональных подразделений, которые входят в состав путей выполнения организационных процессов, для которых время выполнения процессов минимально;
- составление моделей информационных процессов уровня отделов и функциональных подразделений с использованием диаграмм UML для отделов и функциональных подразделений.

При рассмотрении возможности применения методологии ARIS рассматривалась ARIS eEPC (extended event driven process chain) – расширенная цепочка процесса, управляемого событиями [2, 11].

При рассмотрении возможности применения методологии UML для описания организационных процессов и документопотоков был выбран один из типов диаграмм UML – диаграммы видов деятельности, так как данный вид диаграмм содержит элементы, позволяющие описать структуру процесса и места выполнения этапов процесса. Диаграмма деятельности (activity diagram) показывает структуру процесса или других вычислений как пошаговый поток управления и данных [3, 25].

### Технология систем терминального информационного обмена

Средства разработки СТИО – набор подходов, позволяющих провести разработку СТИО и ее внедрение для организации, имеющей конкретный вид деятельности.

Архитектура СТИО – описание структуры, выполняемых функций и взаимосвязей компонентов системы терминального информационного обмена.

В состав программного обеспечения СТИО входят программы с документацией, необходимые для реализации всех функций СТИО. К программным компонентам СТИО можно отнести:

- программное обеспечение терминальной части СТИО – программа, управляющая работой терминальной части СТИО. Обычно интерфейс пользователя представлен в виде набора html-документов, отображаемых в защищенном браузере;
- программное обеспечение транзакционного сервера – программа, управляющая работой центрального сервера, к которому подключаются терминальные части СТИО;

- СУБД СТИО – система управления базой данных с информацией о транзакциях, проводимых через транзакционный сервер, технической информацией, информацией о сценариях терминальных частей СТИО и управленческих документов. Обычно используются реляционные СУБД Microsoft и Oracle;
- программное обеспечение технического сервера – программа, управляющая работой сервера, реализующего контроль и управление работой сети терминальных частей СТИО;
- программное обеспечение сервера сценариев – программа, управляющая сценариями работы сети терминальных частей СТИО и задающая алгоритм работы терминальных частей.

К техническому обеспечению СТИО относят технические средства, предназначенные для сбора, хранения, передачи и представления информации и предназначенные для обеспечения функционирования информационной системы, а также соответствующая документация на эти средства. Основными элементами технического обеспечения СТИО являются терминальные интерфейсы, имеющие несколько типов (банкоматы, платежные терминалы, информационные терминалы и др.), а также набор серверов, обеспечивающих работу соответствующих элементов подсистемы программного обеспечения, к основным из которых можно отнести:

- сервер транзакций;
- технический сервер;
- сервер сценариев;
- сервер СУБД.

Определим технологию систем терминального информационного обмена (технология СТИО) как совокупность метода комплексного использования моделей информационных процессов и метода оптимального выбора моделей типовых информационных процессов, а также последовательности их применения, позволяющую разработать СТИО.

Технология СТИО включает следующую последовательность процедур:

- создание и связывание моделей информационных процессов различных уровней с применением метода комплексного использования моделей информационных процессов;
- выбор моделей уровня отделов и функциональных подразделений с применением метода оптимального выбора моделей типовых информационных процессов из архива;
- при рассмотрении моделей информационных процессов определение мест применения терминальных частей СТИО вместо сотрудников;
- разработка технических аспектов обеспечения функционирования СТИО с использованием архитектуры СТИО и установка терминальных частей СТИО, что позволяет внедрить СТИО.

Значение возможных результатов работы организации должно быть максимальным при оптимальном решении. Значения элементов множеств возможных затрат на внедрение систем управления организацией и возможных суммарных стоимостей использования людских ресурсов уменьшаются при использовании архива моделей и применении терминальных частей СТИО вместо сотрудников организации. Значения элементов множества возможных затрат на внедрение систем управления организацией, множества возможных суммарных стоимостей использования людских ресурсов и множества возможных суммарных длительностей выполнения процессов при внедрении возможных вариантов СТИО имеют одинаковые значения, а оптимальность решения определяется значением возможных суммарных приоритетов выполнения процессов. Технология СТИО позволяет с помощью симплекс-метода определить элемент множества возможных суммарных длительностей выполнения процессов, при котором значение соответствующего элемента множества возможных суммарных приоритетов выполнения процессов будет максимально, поэтому получаемое с помощью технологии СТИО решение оптимально по Слейтеру, так как испол-

зование других решений не позволяет улучшить полученное решение, одновременно изменяя значения элементов множеств в нужных направлениях.

Предложенная технология позволяет повысить эффективность функционирования СТИО, а также улучшить на этой основе качество и эффективность решений, принимаемых в управленческом виде деятельности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате выполненной работы был разработан метод комплексного использования моделей информационных процессов для описания информационных процессов различных организационных уровней, а также реализована технология СТИО, позволяющая разрабатывать и повышать эффективность функционирования СТИО. С применением технологии СТИО был выполненны проекты для таких видов организационной деятельности, как социальное обслуживание, производство оборудования, банковская деятельность, образование.

## Литература

1. Месарович М. и др. Теория иерархических многоуровневых систем [Текст] / М. Месарович, Д. Мако, И. Хакара. – М. : МИР, 1973.
2. Методы объектно-ориентированного описания систем и моделирования на языке UML [Текст] : учеб. пособие. – М. : МИФИ, 2006.
3. Буч Г. и др. Язык UML [Текст] : руководство пользователя / Грейди Буч, Джеймс Рамбо, Айвар Джекобсон. – М. : ДМК, 2000.
4. Репин В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов [Текст] / В. Репин, В. Елиферов. – М. : Стандарты и качество, 2005.
5. Степанова Е.Б. Объектно-ориентированное описание и моделирование систем на языке UML [Текст] : лабораторный практикум ; учеб. пособие / Е.Б. Степанова, А.В. Тимофеев. – М. : МФТИ, 2007.

## Ключевые слова

Информационный процесс; организационный процесс; информационная система; модели процессов.

*Тимофеев Александр Викторович*

## РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность темы обусловлена увеличивающимся количеством проектов внедрения систем информационного обмена в организациях.

Системы терминального информационного обмена (СТИО) – тип корпоративных информационных систем, имеющих многоуровневую структуру, основанных на использовании интернет/интранет технологий, и предназначенных для координации информационного обмена на нижнем исполнительном уровне организации.

Практическая значимость работы состоит, в том, что полученные методы описания информационных процессов для СТИО, а также технология СТИО позволяют разрабатывать СТИО для различных видов организационной деятельности, а также повышать эффективность функционирования СТИО.

Научная новизна работы связана с разработкой процедуры поиска путей выполнения организационных процессов, в которую впервые введена возможность учета связей между процессами различных уровней организации, что позволяет выбрать путь, при котором общее время выполнения процесса в организации является минимальным, также впервые разработан метод комплексного использования моделей информационных процессов, отличающийся возможностью связывать описания информационных процессов для различных организационных уровней, составленных с использованием различных методологий. Разработанные связанные модели информационных процессов, с использованием процессно- и объектно-ориентированных методологий, отличаются впервые введённой аналитической моделью, применяемой для связывания понятий различных методологий.

Полученная технология разработки СТИО позволяет разрабатывать данный тип информационных систем, используя модели процессов и технические решения, полученные в аналогичных проектах, выполненных для других организаций.

Заключение: рецензируемая статья отвечает требованиям, предъявляемым к научным публикациям, и может быть рекомендована к опубликованию.

*Степанова Е.Б., к.ф.-м.н., доцент факультета кибернетики, кафедра №28 системного анализа, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*