



Серия «Математика»

2020. Т. 32. С. 79–93

Онлайн-доступ к журналу:

<http://mathizv.isu.ru>

ИЗВЕСТИЯ

Иркутского
государственного
университета

УДК 004.89

MSC 68T30, 68U35

DOI <https://doi.org/10.26516/1997-7670.2020.32.79>

Документное моделирование: методология и приложения*

И. А. Казаков^{1,2}, И. А. Кустова², А. В. Манцивода^{1,2}

¹*Иркутский государственный университет, Иркутск, Российская Федерация*

²*Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН, Новосибирск, Российская Федерация*

Аннотация. В работе исследуются методологические и прикладные аспекты документного моделирования – диалекта семантического моделирования, опирающегося на метафору документооборота как метода построения семантических моделей. Поскольку документное моделирование ориентировано на широкий круг пользователей, оцениваются когнитивные и перцептивные аспекты использования метода. Также рассматриваются вопросы эмпирической прагматики, анализируются свойства документного моделирования, выделяющие его относительно других подходов, ориентированных на решение управленческих задач и описания бизнес-процессов. Предлагаются основные сферы применения, в которых документное моделирование может оказаться полезным. Работа завершается обзором bSystem – облачной платформы управления документными моделями, реализующей метод документного моделирования как систему разработки управленческих веб-сервисов.

Ключевые слова: документное моделирование, исполняемая модель, бизнес-процесс, bSystem.

1. Введение

Документное моделирование — диалект семантического моделирования [8], который использует метафору документооборота как метода

* Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-11-01176).

построения семантических моделей [2]. Он нацелен на описание знаний и процессов, а также на решение управленческих задач. В работе анализируются методологические и прикладные аспекты применения документных моделей. Также делается обзор информационных и технологических решений, которые были развиты в процессе построения *платформы управления документными моделями bSystem*.

Документное моделирование не является универсальным средством. Оно работает на классе задач, которые могут решаться через построение *интеллектуального документооборота* как средства описания объектов и процессов. Класс таких задач весьма широк. Он, в частности, включает построение систем управления для бизнеса и госучреждений, описания бизнес-процессов, решения экономических задач, задач семантического структурирования информации (например, накопления научных знаний). Интеллектуальный документооборот отличается от обычного тем, что «понимает» смысл документов и может оперировать их содержимым, интерпретируя документы как логические формулы.

Для нас основной миссией документного моделирования является развитие такой логической системы, которая нашла бы массовое применение в ведущих отраслях человеческой деятельности. Это очень непростая задача, поскольку необходимо найти баланс в треугольнике (обозначим его МЭК)

- *Математическая выразительность* — теория семантического моделирования хорошо развита, но какой формализм выбрать?
- *Эмпирическая прагматика* — нужно справляться с практически полезными моделями реальной сложности и с миллиардами аксиом,
- *Когнитивный аспект* — система должна быть доступной массовому пользователю.

Очевидно, что МЭК требует развития документного моделирования как *мультидисциплинарного* проекта, включающего логику, алгоритмические вопросы, информационные методы управления большими массивами семантических данных, эмпирическое соответствие практике, а также когнитивную компоненту. Математическая вершина этого треугольника подробно освещалась нами в ряде публикаций [9; 10], поэтому в этой работе сфокусируемся на двух других вершинах МЭК.

2. Когнитивные и перцептивные аспекты

В силу сложности и элитарности логических формализмов проблема доступности и понятности является ключевой для *прикладных логических систем*. Если целевая аудитория соответствует уровню разработчика системы, то дело упрощается, поскольку при формировании сценариев использования он может ориентироваться на себя, на собственное

восприятие. Если же система нацелена на более широкие аудитории, то процесс овладения пользователями необходимого математического инструментария требует усилий, часто намного более затратных, чем разработка математических основ информационной системы. Более того, пользователь привык к тому, что современные приложения предоставляют ему интерфейсы, позволяющие сразу приступить к работе, минуя стадию обучения. Обучение происходит в процессе работы.

Мы полагаем, что недооценка фактора доступности привела к неудачам в развитии многих проектов, включая такое многообещающее направление, как семантический веб [4]. Первоначальная постановка задачи, сформулированная Т. Бернерсом-Ли, носила глобальный, цивилизационный характер, предлагая логику как инструмент для улучшения ситуации в интернете в целом. Проекты такого масштаба способны повлиять на миллиарды людей. К сожалению, в дальнейшем из многокомпонентной задачи была вынута и развивалась только одна компонента – математическая. Это сделало семантический веб красивой областью исследований, однако резко снизило глобальную планку, заданную Бернерсом-Ли, и обнулило цивилизационное влияние проекта.

С учетом предыдущего опыта весомая часть наших исследований касалась когнитивных и перцептивных аспектов. Понадобилось более десяти лет усилий и шесть подходов (последовательно реализованных в наших проектах Project0, Meta, Meta-2, Ontobox, Alpaca, bSystem) для того, чтобы получить удовлетворительный результат. Были сформулированы следующие ключевые принципы решения проблемы:

- 1) логический формализм должен действовать так, чтобы его работа могла быть объяснена через хорошо знакомые людям метафоры;
- 2) естественное поведение людей в процессе моделирования должно отображаться в системе как логически корректная деятельность;
- 3) должен быть минимизирован, а в идеале — вообще стать излишним этап обучения работе системы;
- 4) система должна уметь адаптироваться к компетентностному уровню и когнитивным моделям, которыми оперирует пользователь.

Метафора документа. Наиболее подходящей интерпретацией семантического моделирования, понятной широкому кругу пользователей, оказался концепт *документа*. С одной стороны, документ является одним из древнейших цивилизационных изобретений (кодексу вавилонского царя Хамурапи более сорока веков). Поэтому документ понятен и привычен самой широкой аудитории. С другой стороны, по структуре документ близок к фреймам Минского в искусственном интеллекте или объектам в объектно-ориентированном программировании. В семантическом моделировании документы представлены Δ_0 -формулами.

Откровением для нас явилась *способность метафоры “документооборота” объяснять логический вывод* в терминах, понятных пользователю без специальной математической подготовки. Для него построение документной модели выглядит как некоторая “бюрократическая” процедура. Разработчик определяет, какие формы документов в наибольшей степени отражают суть предметной области (для системы это логические аксиомы). Кроме хорошо известных форм документов (типа счета-фактуры, платежного поручения, паспорта), пользователь в процессе моделирования волен придумывать свои формы, которые наиболее удобны для описания предметной области. Для каждой формы документов определяются “проводки” (методы), переводящие документ из одного статуса в другой и тем самым определяющие жизненный цикл документа. Эта работа напоминает построение документооборота, а значит интуитивно понятна широкой аудитории.

Оракулы. Документные модели активно взаимодействуют с внешним миром. Внешние агенты, контактирующие с моделью, называются *оракулами*. Оракулы могут вносить в модель новую информацию, запускать в модели процессы и считывать из нее данные. Каждый оракул представлен внутри модели своим “двойником” — документом, через который он воздействует на модель. Такие документы называются *участниками*. Оракул может воздействовать на модель только одним способом: запустить некоторую проводку своего документа-двойника, направив ему сообщение с входными данными и параметрами. На практике документная модель взаимодействует с тремя типами оракулов: (1) людьми, (2) интернетом вещей (кассовыми аппаратами, метеостанциями, фитнес-гаджетами и множеством других приспособлений), (3) виртуальными роботами. Роботы могут быть как простыми (например, срабатывающими по таймеру), так и достаточно сложными (робот, контролирующий риски кассового разрыва на предприятии, или робот, распознающий лица преступников в толпе).

Разработчики моделей и их пользователи. Любое моделирование (и документное здесь не исключение) является серьезной задачей, требующей системного мышления и соответствующей квалификации. Документное моделирование позволяет разработчику моделей обойтись основными аналитическими компетенциями и не требует от него дополнительных навыков, например умения программировать.

Что касается пассивных потребителей, “читателей” уже построенных моделей, то для них порог вхождения должен быть исключительно низким. Метафора документа позволяет понимать модели самому широкому кругу пользователей — менеджерам компаний, юристам, продвинутым частным пользователям и т. д.

3. Эмпирическая прагматика

Обратимся теперь ко второй вершине МЭК–треугольника — практической целесообразности подхода. В первую очередь мы должны учитывать, что документное моделирование нацелено на области деятельности, которые сегодня прочно заняты другими технологиями — и в них вложены огромные инвестиции. Хорошо известно, что заходить в такие области имеет смысл только тогда, когда инновация является “прорывной” и дает улучшения на порядки. Обладают ли документные модели прорывным потенциалом? С нашей точки зрения — да, благодаря следующим шести качествам.

1. Исполняемость модели. Документное моделирование является удобным инструментом для проектирования. Оно позволяет с необходимой степенью детализации описывать как структурные, так и динамические компоненты разрабатываемого проекта в виде целостной документной модели.

Но это не всё. Получившаяся документная модель обладает метаособенностью — она может сама функционировать как практическая информационная система. Такого рода модели называются *исполняемыми*. Исполняемые модели полностью меняют игру, поскольку:

(1) Сокращается дорогостоящий этап программирования. Цель программирования — “оживить” функционал, описанный в техзадании или проекте. Но у нас с задачей анимирования справляется сама модель.

(2) Исчезает посредник-программист. Модельер может самостоятельно развивать прикладную систему — через модификацию документной модели, сохраняя непосредственный контроль над результатом. (Архитектурная аналогия: если бы архитекторы умели делать исполняемые проекты домов, то строители были бы не нужны).

(3) В модели сохраняется семантика предметной области (в отличие от программирования, которое растворяет смыслы в коде программ и баз данных, делая их недоступными).

(4) Экономятся ресурсы, поскольку модель (“спецификация”) приложения может действовать как прикладная система (например, документная ERP–модель может работать как практическая ERP–система).

В стандартном сценарии разработки информационных систем одним из наиболее тонких моментов является переход от проектирования к программированию, поскольку (1) трудно обеспечить взаимопонимание между дизайнерами системы и программистами; (2) дизайнер не имеет прямого контроля над работой системы и вынужден доверять программисту; (3) программирование — дорогое удовольствие, особенно когда приходится часто перестраивать систему. Замена программного кода на исполняемые документные модели решает все эти проблемы.

2. Масштабируемость моделей. Для создания практических информационных систем недостаточно обладать исполняемой моделью.

Модель должна также уметь работать с большими объемами данных и знаний. Это значит, что документная модель должна эффективно управлять в реальном времени миллионами и миллиардами документов. Нами разрабатываются средства масштабирования, позволяющие разворачивать документную модель до произвольных размеров. Пример такой технологии — *семантический грид*, обеспечивающий распределение модели по сети серверов.

3. Сквозное моделирование. Исполняемость и масштабируемость моделей совместно обеспечивают принципиально новую технологию разработки информационных систем — *сквозное моделирование*. В документных моделях все три стадии разработки — (1) проект, (2) прототип, (3) промышленная версия — базируются на одной и той же документной модели, которая постепенно развивается, проходя сквозь эти этапы. При переходе с первого этапа на второй мы опираемся на исполняемость модели, а со второго этапа на третий — на её масштабируемость. Конечно, при разработке промышленной версии требуется иной уровень интерфейсов, иной уровень проработанности бизнес-процессов. Но ядро системы — документная модель — остается той же, что и на стадии техзадания. Явно описывая семантику, модель (1) является собственной документацией, (2) облегчает процесс модификации, (3) обеспечивает средствами бизнес-аналитики и (4) открывает возможности для использования искусственного интеллекта. Участие единой документной модели на всех стадиях разработки на порядок улучшает экономическую эффективность и качество получаемого продукта — при переходе с этапа на этап отсутствуют стыки, а модельер сохраняет непосредственный контроль над системой вплоть до финальной промышленной версии.

Особенно полезным сквозное моделирование может оказаться для стартапов. Здесь основной методологией разработки продуктов является Lean Startup [5], которая зацикливает последовательность действий “*бизнес-гипотеза — MVP (минимальный жизнеспособный продукт) для проверки гипотезы — обратная связь от пользователей*”. Промышленная версия разрабатывается только тогда, когда пользователь удовлетворен получившимся результатом. Множество итераций при проверке бизнес-гипотез — дело затратное, требующее серьезных инвестиций. Эта фаза развития стартапа настолько рискованна, что она получила название “долина смерти инноваций”, став причиной краха многих перспективных проектов. Документное моделирование способно сократить затраты на проверку гипотез на порядок.

4. Единый семантический бассейн. Две документные модели могут легко соединяться в единую модель с налаживанием необходимых семантических связей между объединяемыми моделями. Нами разработана специальная методология (так называемое *пластилинное моделирование*), задающая регулярные механизмы таких объединений. Это принципиально отличает документные модели от программных систем.

Программисты знают, что иногда проще написать новую систему, чем пытаться объединить два разных приложения. В отличие от этого, документные модели, описывающие разные компоненты предметной области, можно смешивать в единый пул, в единую супермодель с организацией внутренних связей и сквозных бизнес-процессов. Например, процесс заказа и поставки товара в магазин включает прогноз спроса, оценку остатков товара на складе, коммерческий и финансовый аспекты исполнения договора поставки и, наконец, логистику. В обычных условиях реализация этого процесса затрагивает несколько отделов и систем. Пластилиновое моделирование позволяет погрузить отдельные модели в общий логический пул, обеспечив единое управление процессами.

5. Аналитика и искусственный интеллект. Семантика предметной области описана в документной модели явно, а значит доступна для аналитических средств, средств мониторинга и принятия решений. Сегодня, как правило, задачи бизнес-аналитики решаются отдельными приложениями (например, QlikView). Документное моделирование позволяет *интегрировать бизнес-аналитику как подмодель* документной модели.

Документное моделирование дает новые возможности и для использования средств искусственного интеллекта. Структурная (статическая) компонента документной модели — это логическая среда, описывающая ключевые знания о предметной области (такие среды часто называются онтологиями). Поэтому наибольшие перспективы видятся в использовании тех средств ИИ, которые *умеют явно работать со знаниями*. К таким методам относится, например, логико-вероятностный вывод [1].

6. Семантические контракты. Сочетание документных моделей с блокчейном позволяет реализовать концепцию *семантических контрактов* как принципиально новой версии умных (смарт) контрактов.

Умные контракты [7] являются одной из перспективных сфер применения блокчейна в экономике. Они гарантируют корректное исполнение контрагентами своих обязательств, автоматически обеспечивая необходимый уровень доверия между ними. Это происходит вне зависимости от степени знакомства партнеров друг с другом и уровня репутации каждого из них. Сегодня превалирует определение смарт-контрактов как программ на специальных языках программирования (типа Solidity [11]). Это резко сужает возможности их продвижения — программный код превращает умный контракт в “вещь в себе”, который не понимают ни управленцы компаний, ни юристы.

Использование моделирования вместо программирования позволяет заменить контракты-программы на контракты-документы (возвращая нас к привычному пониманию контракта). С точки зрения документной модели исполнение семантического контракта — это жизненный

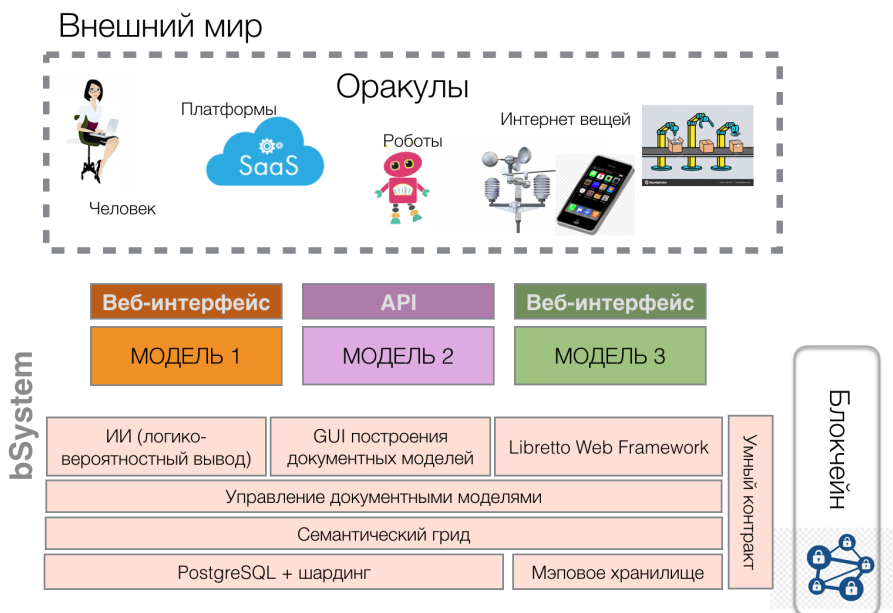


Рис. 1. Архитектура платформы bSystem

цикл некоторого документа. Основное отличие контрактов от обычных процессов состоит в том, что все движения в рамках контракта фиксируются в блокчейне. При этом документная модель не завязана на определенный вид блокчейна (например, Ethereum [7]), поскольку взаимодействие организуется через универсальный API. Выбор конкретного блокчейна — дело участников экономической деятельности.

Поведение семантических контрактов описывается в терминах документооборота, а значит может непосредственно контролироваться менеджерами и юристами. Сохраняя семантику, документные контракты доступны для средств бизнес-аналитики и искусственного интеллекта.

4. bSystem: платформа управления документными моделями

Нами была разработана bSystem — облачная платформа управления документными моделями. bSystem позволяет разрабатывать и эксплуатировать сложные документные модели больших размеров. Масштабируемость документных моделей обеспечивается как на логическом (семантический грид), так и на технологическом уровне — с использованием механизмов шардинга (в bSystem используется шардинг PostgreSQL).

bSystem позволяет не только работать с самими документными моделями, но и строить на их базе семантические веб-сервисы. *Семантический веб-сервис* — такой сервис, в котором серверная компонента

(back-end) управляется документной моделью. В этой модели описывается функционал сервиса, а также сценарии и процессы работы. Программирование применяется только для того, чтобы организовать взаимодействие документной модели с внешним миром – через построение графических интерфейсов и API. Для этого, кроме системы управления документными моделями, платформа bSystem включает в себя среду разработки модулей на языке Libretto и Libretto Web Framework (LWF).

Модельная и программная составляющие взаимодействуют с помощью LibRun – технологии динамической компиляции Libretto-программ. Для каждой документной модели автоматически генерируется Libretto-библиотека, через которую осуществляется доступ к модели из LWF. Эта библиотека актуализируется и компилируется в реальном времени (“на лету”), что обеспечивает высокий уровень эффективности кода. Интерфейсы и API, поддерживающие взаимодействие семантических моделей с внешним миром (например, веб-страницы и связь с компонентами интернета вещей), реализуются в среде LWF.

В bSystem также интегрирован модуль логико-вероятностного вывода, позволяющий решать в рамках документных моделей задачи искусственного интеллекта. Для логико-вероятностного вывода документные модели играют роль базовых онтологий.

Архитектура bSystem представлена на рисунке 1.

5. Сценарии работы с документными моделями

bSystem строится на концепции МЭК-треугольника. Это означает, что платформа должна уметь настраиваться на пользователей с разным уровнем подготовленности – с возможностью выбора наиболее удобного способа работы в каждом конкретном случае. Для этого в bSystem развиваются три основных сценария, три интерфейса работы.

Интерфейс 1. “Управление документооборотом”. Это базовый интерфейс, который позволяет вручную определять формы документов, связи между ними, а также методы (проводки), действующие на документах. Этот интерфейс обеспечивает полный контроль над моделью, позволяет задействовать все возможности документного моделирования. С другой стороны, этот интерфейс является наиболее требовательным к профессиональному уровню пользователя и ориентирован на аналитиков, обладающих высокой квалификацией.

Интерфейс 2. Семантический “Excel”. Табличное представление документной модели позволяет управлять документами, связями между ними, а также группами документов в виде таблиц и листов – аналогично тому, как это делается в сверхпопулярной системе MS Excel. В отличие от Excel семантические таблицы более строго типизированы и упорядочены. С этой точки зрения табличный интерфейс

близок к активно развивающемуся стартапу AirTable [3], достигшему сегодня статуса «единорога». Такой интерфейс ориентирован, в первую очередь, на работу со структурами данных, и не затрагивает динамическую составляющую. Главной особенностью этого интерфейса является его простота и доступность для самого широкого круга пользователей.

Интерфейс 3. Документные бизнес-процессы. Этот интерфейс дополняет предыдущий, поскольку позволяет описывать динамическую компоненту документной модели. Интерфейс 3 основан на использовании BPMN-диаграмм. BPMN (Business Process Model and Notation) является наиболее продвинутым графическим языком описания бизнес-процессов. Это – тщательно проработанный, богатый и гибкий формализм, имеющий подробную спецификацию [6]. Он весьма популярен в управленческой сфере, где используется для документирования работы предприятий и организаций.

Основные элементы BPMN естественным образом интерпретируются в рамках документных моделей. Разобьем документы модели на три типа: (1) *участник* – документ, представляющий субъекта, задействованного в исполнении бизнес-процесса (участники соответствуют бассейнам и дорожкам BPMN), (2) *процесс* – документ, жизненный цикл которого отражает этапы исполнения конкретной диаграммы, и (3) *данные* – документ, агрегирующий некоторую пассивную информацию (например, “отчет”). Каждый переход (стрелка) BPMN-диаграммы реализуется в документной модели с помощью метода, определенного на документе-процессе.

Используя эту интерпретацию, мы можем описывать динамику документных моделей с помощью BPMN-диаграмм. Конечно, не следует забывать, что концептуально документные модели и BPMN существенно отличаются. BPMN сфокусирован, в первую очередь, на описании *процедурной составляющей* бизнес-процессов. В документных же моделях правит *объектно-ориентированный подход*, где документ-процесс играет центральную роль активного и деятельного агента. Мы можем непосредственно контролировать этих агентов, явно управлять параметрами, которые задают поведение этих агентов в рамках бизнес-процессов.

В совокупности, интерфейсы 2 и 3 сопоставимы по выразительности с первым интерфейсом. Они дают возможность пользователям начинать работу с bSystem, фактически миная стадию обучения — через привычное табличное представление данных и представление процессов в виде диаграмм. Поддержка BPMN-формата позволяет обширной аудитории пользователей BPMN стартовать работу практически сразу.

6. Сферы применения

Прикладной потенциал технологии может быть оценен только через практику. Поэтому мы активно взаимодействуем с нашими бизнес-партнерами, стараемся в максимальной степени учитывать получаемую от них обратную связь. Совместно с партнерами сегодня разрабатываются несколько семантических моделей промышленного уровня, которые состоят из десятков миллионов Δ_0 -формул. Это модель управления продажами крупного регионального ритейлера (250 магазинов, добавление ~200 тыс. документов в сутки), геймифицированная модель управления лояльностью покупателей, модель бюджетирования крупного предприятия с онлайн-вым план-факт контролем и другие.

Совместная работа позволила локализовать наиболее многообещающие способы применения документных моделей. Они соответствуют трем этапам сквозного моделирования – проектированию, прототипированию и построению информационных систем.

Проектирование и консалтинг. Нами было реализовано несколько совместных проектов по экспертной оценке деятельности предприятий и компаний через построение моделей “как-сейчас” и “как-надо” и выработку на основании этого рекомендаций по оптимизации деятельности предприятия.

Документное моделирование решает проблему взаимопонимания между заказчиком и экспертом, обеспечивает глубокое осмысление заказчиком самих моделей. Документные модели понятны и привычны широкому кругу пользователей, включая менеджмент предприятий. Исполнение бизнес-процессов – также вполне понятная людям вещь, поскольку в рамках документных моделей это выглядит как документооборот. Такие особенности документного моделирования позволяют почти не тратить время на обучение персонала заказчика, поскольку терминология моделирования соответствует терминологии их каждодневной деятельности.

Особую пользу приносит совместное построение моделей с топ-менеджментом и собственниками предприятий. В процессе работы иногда возникает “вау-эффект” – в момент, когда документная модель показывает, что реальные механизмы функционирования компании весьма далеки от представлений её менеджмента. За счет масштабируемости документных моделей (плавный переход между “детально-но-узко” и “широко-но-кратко”) удается сделать прозрачными сложные многоуровневые бизнес-модели.

Большую пользу приносит исполняемость документных моделей. Анимационные возможности позволяют проигрывать бизнес-процессы “как музыку” и воочию видеть происходящее в динамике. Это облегчает понимание и процесс принятия решений.

Прототипирование сервисов/систем. Все мы являемся свидетелями и участниками новой технологической революции. Одним из

её экономических последствий стало резкое усиление вариативности бизнес-моделей. Например, привычный и однообразный в прошлом ритейл обогатился сегодня самыми разными торговыми схемами, по-разному задействующими возможности информационных пространств и интернета. Появилось множество стартапов, продвигающих новые бизнес-модели. Да и конвенциональный бизнес сталкивается с необходимостью постоянно перенастраивать и оптимизировать свои бизнес-модели, поскольку без этого существенно снижается его конкурентоспособность. В такой ситуации популярные системы управления предприятием, предлагающие набор стандартных бизнес-процессов, становятся мало-полезными. С другой стороны, разработка собственных программных систем при постоянной смене бизнес-моделей является дорогостоящим делом. Поэтому переход на платформы с гибким управлением бизнес-моделями является одной из главных задач цифровизации предприятия. Аналогичная задача стоит перед стартапами, которым в процессе работы приходится апробировать большое количество бизнес-гипотез.

Документное моделирование может помочь в решении этой проблемы. Ключевую роль здесь играет исполняемость модели. Построить модель можно значительно быстрее, чем написать программу. Кроме того, документная модель содержит явное описание семантики бизнес-процессов, что принципиально облегчает модификацию моделей и проверку бизнес-гипотез. Платформа bSystem позволяет превратить такие модели в семантические веб-сервисы.

Построение систем индустриального уровня. Распространенный сценарий разработки веб-проекта четко различает два этапа. Сначала строится прототип с проверкой гипотез. После принятия окончательных решений разрабатывается “промышленная” версия, которая часто пишется “с нуля” с заменой платформы программирования. При переходе на промышленный уровень резко снижаются возможности по модернизации и развитию.

Документное моделирование предлагает иной подход, связанный с постепенным, плавным вырастанием прототипа до промышленной системы через сквозное развитие модели на серверной стороне и интерфейсов на клиентской. Технология *семантического грида*, разрабатываемого нами, позволяет строить масштабируемые промышленные модели, распределенные по сети. Например, специализированная версия документных моделей позволила в рамках проекта GriddyCat построить веб-сервис онлайн-контроля за продажами крупного регионального сетевого ритейла. Над базовыми документами модели – чеками – надстраивается аналитика, управляемая программными роботами.

Подход, основанный на плавном выращивании промышленной версии из прототипа на основе документных моделей (1) существенно более эффективен экономически, (2) повышает гибкость, проверяемость и способность к развитию, (3) позволяет объединить операционное управ-

ление и бизнес-аналитику, (4) открывает дорогу к тотальной автоматизации/роботизации деятельности и применению средств искусственного интеллекта. Все это превращает документное моделирование в продвинутый инструмент цифровизации предприятий, основанный на погружении его бизнес-процессов в единый семантический “бассейн”. Использование семантических смарт-контрактов позволяет выстраивать взаимодействие между экономическими контрагентами с автоматической поддержкой доверия между ними на основе блокчейн-технологий.

Благодаря технологии сквозного моделирования все три способа использования документных моделей – консалтинг, прототипирование, построение индустриальной версии – могут последовательно реализовываться как этапы одного проекта.

Государственное управление. Документооборот играет ключевую роль в государственном и муниципальном управлении. Очень многие бизнес-процессы в госуправлении имеют весьма жесткую структуру и могут быть автоматизированы. Поэтому применение документного моделирования может поднять эффективность управления на принципиально новый уровень. Аналитические возможности обеспечивают высокий уровень контроля и прозрачность вдоль властной вертикали. Использование семантических контрактов автоматизирует контроль за корректностью управленческих процессов.

7. Заключение

В данной работе были рассмотрены методологические и прикладные аспекты, связанные с технологией документного моделирования. С нашей точки зрения, сбалансированная реализация трех вершин МЭК-треугольника позволит реализовать потенциал документного моделирования через формирование принципиально новых подходов к решению управленческих задач и разработке веб-сервисов. В частности, использование технологии документного моделирования способно привести к существенной экономии человеческих, временных и финансовых ресурсов. Это означает, что в случае удачной доработки и продвижения, документное моделирование может стать серьезным игроком в ряде важных сфер человеческой деятельности, раздвинуть возможности для апробации новых идей и бизнес-моделей в контексте технологической революции, которая сегодня активно изменяет ландшафт нашей жизни.

Список литературы

1. Витяев Е. Е. Семантический вероятностный вывод предсказаний // Известия Иркутского государственного университета. Серия Математика. 2017. Т. 21. С. 33–50. <https://doi.org/10.26516/1997-7670.2017.21.33>

2. Малых А. А., Манцивода А. В. Документное моделирование // Известия Иркутского государственного университета. Серия Математика. 2017. Т. 21. С. 89–107. <https://doi.org/10.26516/1997-7670.2017.21.89>
3. AirTable [Электронный ресурс]. URL: <https://airtable.com/> (дата обращения: 30.10.2019).
4. Berners-Lee T., Hendler J., Lassila O. The Semantic Web // Scientific American. 2001. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0501-34>
5. Blank S. Why the Lean Start-Up Changes Everything // Harvard Business Review. 2013. Vol. 91, N 5. P. 63–72.
6. BPMN Specification - Business Process Model and Notation [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bpmn.org/> (дата обращения: 30.10.2019).
7. Ethereum [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ethereum> (дата обращения: 30.10.2019).
8. Goncharov S. S., Ershov Yu. L., Sviridenko D. I. Semantic foundations of programming // Lecture Notes in Computer Science. 1987. Vol. 278. P. 116-122. https://doi.org/10.1007/3-540-18740-5_28
9. Mantsivoda A. V., Ponomaryov D. K. A Formalization of Document Models with Semantic Modelling // Известия Иркутского государственного университета. Серия Математика. 2019. Т. 27. С. 36–54. <https://doi.org/10.26516/1997-7670.2019.27.36>
10. Mantsivoda A. V., Ponomaryov D. K. On Termination of Transactions over Semantic Document Models // Известия Иркутского государственного университета. Серия Математика. 2020. Т. 31. С. 111–131. <https://doi.org/10.26516/1997-7670.2020.31.111>
11. Solidity [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Solidity> (дата обращения: 30.10.2019).

Илья Анатольевич Казаков, кандидат физико-математических наук, Иркутский государственный университет, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1; научный сотрудник, Институт математики им. С. Л. Соболева, Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, пр. Коптюга, 4.

Ирина Александровна Кустова, научный сотрудник, Институт математики им. С. Л. Соболева, Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, пр. Коптюга, 4.

Андрей Валерьевич Манцивода, доктор физико-математических наук, профессор, Иркутский государственный университет, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1; Институт математики им. С. Л. Соболева, Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, пр. Коптюга, 4, e-mail: andrei@baikal.ru

Поступила в редакцию 01.11.2019

Document Modeling: Methodology and Applications

I. A. Kazakov¹², I. A. Kustova², A. V. Mantsivoda¹²

¹*Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation*

²*Sobolev Institute of Mathematics, Novosibirsk, Russian Federation*

Abstract. The paper considers the methodological and applied aspects of document modeling, a dialect of semantic modeling based on the metaphor of a document as the basic information structure. Since document modeling is designed for a wide range of model developers, the cognitive and perceptual aspects of using the approach are considered. Empirical pragmatics issues are also assessed, the features of document modeling are analyzed, which distinguish it among other approaches focused on business process management. The main application areas in which document modeling can be useful are evaluated. The paper concludes with a review of bSystem, a cloud-based document model management platform that implements the document modeling approach.

Keywords: document modeling, executable model, business process, bSystem.

References

1. Vityaev E.E. Semantic Probabilistic Inference of Predictions. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Mathematics*, 2017, vol. 21. pp. 33-50. <https://doi.org/10.26516/1997-7670.2017.21.33>
2. Malykh A.A., Mantsivoda A.V. Document Modelling. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Mathematics*, 2017, vol. 21, pp. 89-107. (in Russian). <https://doi.org/10.26516/1997-7670.2017.21.89>
3. AirTable. Available at: <https://airtable.com/> (date of access: 30.10.2019).
4. Berners-Lee T., Hendler J., Lassila O. *The Semantic Web. Scientific American*. 2001. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0501-34>
5. Blank S. Why the Lean Start-Up Changes Everything. *Harvard Business Review*, 2013, vol. 91, no. 5, pp. 63–72.
6. BPMN Specification - Business Process Model and Notation. Available at: <http://www.bpmn.org/> (date of access: 30.10.2019).
7. Ethereum. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ethereum> (date of access: 30.10.2019).
8. Goncharov S.S., Ershov Yu.L., Sviridenko D.I. Semantic foundations of programming. *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 278, 1987, pp. 116-122. https://doi.org/10.1007/3-540-18740-5_28
9. Mantsivoda A.V., Ponomaryov D.K. A Formalization of Document Models with Semantic Modelling. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Mathematics*, 2019, vol. 27, pp. 36-54. <https://doi.org/10.26516/1997-7670.2019.27.36>
10. Mantsivoda A.V., Ponomaryov D.K. On Termination of Transactions over Semantic Document Models. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Mathematics*, 2020, vol. 31, pp. 111-131. <https://doi.org/10.26516/1997-7670.2020.31.111>
11. Solidity. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Solidity> (date of access: 30.10.2019).

Ilya Kazakov, Irkutsk State University, 1, K. Marx st., Irkutsk, 664003, Russian Federation, Sobolev Institute of Mathematics, 4, Academic Koptyug av., Novosibirsk, 630090, Russian Federation.

Irina Kustova, Sobolev Institute of Mathematics 4, Academic Koptyug av., Novosibirsk, 630090, Russian Federation.

Andrei Mantsivoda, Irkutsk State University, 1, K. Marx st., Irkutsk, 664003, Russian Federation, Sobolev Institute of Mathematics, 4, Academic Koptyug av., Novosibirsk, 630090, Russian Federation,
e-mail: andrei@baikal.ru

Received 01.11.2019