



А.М. Полянский, Е.А. Смирнова
Вологодский государственный университет

ПРИМЕНЕНИЕ АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА В АРХИТЕКТУРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Целью исследования, представленного в статье, является разработка многоуровневой архитектуры интеллектуального агентно-ориентированного программного комплекса, позволяющего заинтересованным лицам использовать представления, формируемые на основе архитектурной модели организационной системы, в процессах подготовки и принятия управленческих решений. В ходе исследования разработана и обоснована концептуальная многоуровневая архитектура, которая сочетает в себе многоагентный и сервисно-ориентированный подходы к проектированию программных продуктов. В представленном решении определены уровни модельных представлений, сервисов и интеллектуальных агентов. Каждый из уровней относительно независим от других, а способы взаимодействия между ними могут быть унифицированы в соответствии с рекомендациями международных стандартов. Также представлены модель среды существования интеллектуального агента, сценарий работы интеллектуального агента и его окружения, архитектура интеллектуальной агентно-сервисной системы; сформулированы достигнутые результаты и направления дальнейших исследований.

Архитектурная модель организационной системы, архитектурный взгляд, интеллектуальный агент, информационный сервис, лицо, принимающее решение, модель отношений, CASE-средство.

В планировании и реализации проектов создания и развития современных сложных организационных систем, в работах по автоматизации, аудиту или управлению их деятельностью принимают участие люди разных профессий, уровней компетенций и полномочий, имеющие различные интересы внутри этих систем или по отношению к ним. Для реализации своих интересов и согласования их с другими заинтересованными сторонами лицам, принимающим решения (далее – ЛПР) в отношении организационной системы (далее – ОС), необходимо иметь понятное, непротиворечивое и достаточное для принятия решения представление об ОС. Формирование таких представлений является основной задачей архитектурного моделирования сущности ОС.

Известны различные методологии представления сущности предприятия (EAM NIST, методики Gartner Group, Giga Group, META Group, TOGAF, POSIX 1003.23, GERAM, матрица Дж. Захмана и проч.), позволяющие моделировать организационные системы с разной степенью детальности представлений и интеграции их в единый сбалансированный набор моделей. В Российской Федерации действуют ГОСТ Р ИСО 15704-2008 [1] и ГОСТ Р 57100-2016 [2], рекомендуемые в качестве методологической основы архитектурного моделирования методика GERAM, которая предполагает формирование следующих видов представлений: функционального, информационного, ресурсного и организационного, а также представления целей, характерных для текущего этапа жизненного цикла предприятия. В этих представлениях задействованы основные группы элементов онтологии предприятия: активности и процессы, организация, стратегия, ресурсы, время. Основные правила применения языка описания предприятия изложены в ГОСТ

Р ИСО/МЭК 15414-2017 [3]. Компоненты указанных выше представлений, собранные в единое подмножество сообразно интересам и возможностям восприятия представителя конкретной роли ЛПР, образуют архитектурный взгляд (View) ЛПР на ОС.

На рынке программных продуктов представлены и успешно применяются в деятельности разработчиков системных и программных решений, консалтинговых и аудиторских фирм различные CASE-средства архитектурного моделирования (например, средства моделирования фирм BAAN, IBM, Software AG (поглотила IDC Scheer), Oracle и др.), которые позволяют не только строить модели ОС для целей их создания или автоматизации деятельности, но и вести репозитории модельных представлений на последующих стадиях жизненного цикла ОС. Средства моделирования и сами архитектурные модели всё в большей степени интегрируются в состав ресурсов корпоративных информационных систем, позволяя использовать их возможности не только при плановых работах по реинжинирингу ОС, но также при стратегическом и оперативном планировании и управлении. Актуальна и обратная задача: построение архитектурной модели ОС по следам активностей в её информационной системе [4].

Задавать параметры, формирующие взгляд ЛПР на ОС, в инструментальных средствах моделирования можно обычно на уровне настроек, которые выполняются в современных CASE-средствах (например, ARIS Business Architect [5]), как правило, вручную специалистом по моделированию и гораздо реже – самим пользователем, поскольку требуют понимания и навыка использования достаточно сложных инструментов, правил и зависимостей. В то же время, набор параметров архитектурного взгляда, отражающих

интересы представителя той или иной роли ЛПП, имеет достаточно широкие рамки (обычно существуют лишь ограничения по доступу к информации закрытых для него ресурсов хранилища архитектурной модели) и динамически меняется в зависимости от обстоятельств текущих отношений ЛПП с ОС: в одной ситуации нужен один набор параметров, в другой – иной.

Для того, чтобы не тратить время и силы ЛПП на углублённое изучение интерфейса CASE-средств и ручное конфигурирование параметров при перестроении архитектурного взгляда, полезно использовать специальное программное средство, ведущее мониторинг ситуации в отношениях ЛПП с ОС и реагирующее на изменение этой ситуации созданием нового взгляда и представлением его ЛПП для принятия решения. В качестве такого программного средства может выступать интеллектуальный информационный агент (далее – ИИА) субъекта отношений, способный по значениям заданного набора параметров оценить характер изменения ситуации, и на основе определённой владельцем или выработанной самостоятельно политики поведения перестроить набор параметров архитектурного взгляда на ОС, обратиться к среде ведения архитектурной модели ОС и предъявить полученное из неё архитектурное представление своему владельцу для оценки и принятия решения.

ИИА другого класса могут заниматься сбором и верификацией информации для пополнения хранилища данных архитектурной модели ОС. Есть в области моделирования сущности ОС и иные задачи,

для решения которых подходят агентные технологии искусственного интеллекта.

Архитектура интеллектуальной агентно-ориентированной системы ведения архитектурной модели ОС может быть построена на основе много-агентного и сервисно-ориентированного подходов. Преимущества такого комбинированного подхода, концептуальное решение и конкретный вариант реализации на примере интеллектуального агентно-ориентированного учебного комплекса описаны в [7]. По сравнению с известными вариантами [6], архитектурное решение [7] является более детализированным и прагматичным, а его программная реализация проверена на практике в Вологодском государственном университете. Для ведения архитектурной модели ОС может быть использовано программное решение близкой к [7] архитектуры. Рассмотрим далее некоторые аспекты такого решения.

На рис. 1 представлен эскиз модели среды существования интеллектуального агента, взаимодействующего в интересах ЛПП со средой ведения архитектурной модели ОС.

В правой части рисунка представлена работа ЛПП с архитектурной моделью ОС. В отсутствие активности ИИА настройка модели выполняется ЛПП вручную по собственной инициативе, что достаточно трудоёмко и проблематично при дефиците времени на принятие решения. Заданные средствами настройки параметры архитектурного взгляда позволяют сформировать запросы к хранилищу данных архитектурной модели и представить полученную из него информацию в виде, удобном для восприятия ЛПП.

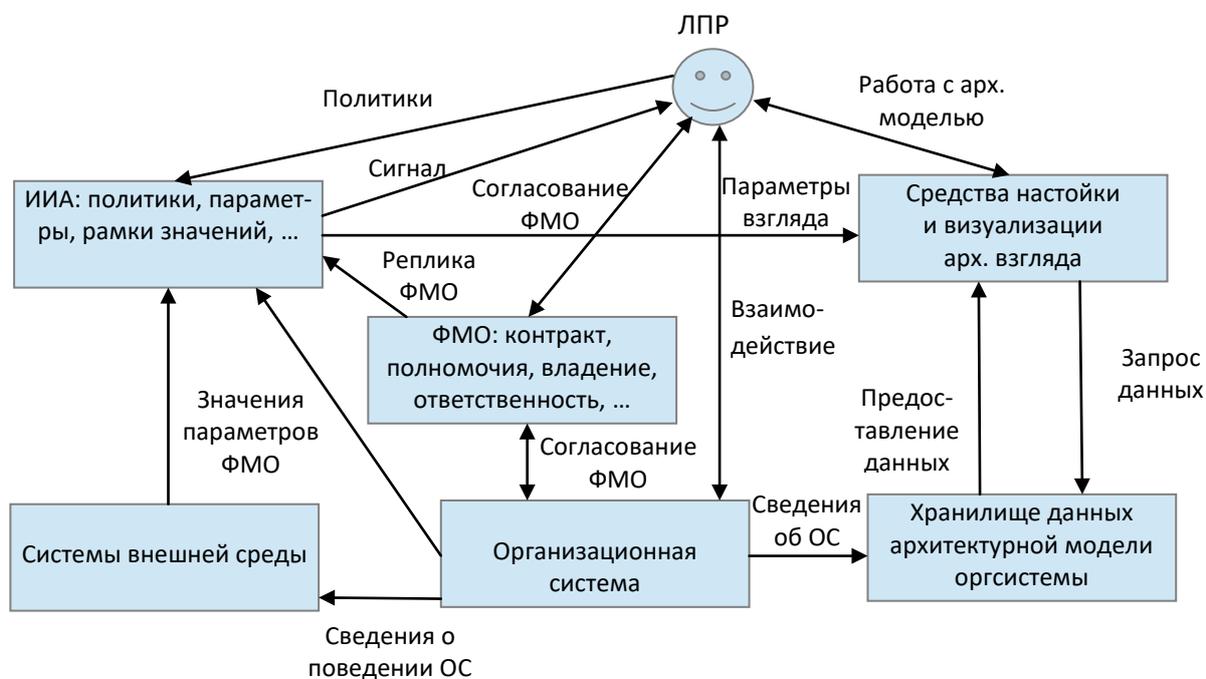


Рис. 1. Модель среды существования интеллектуального агента

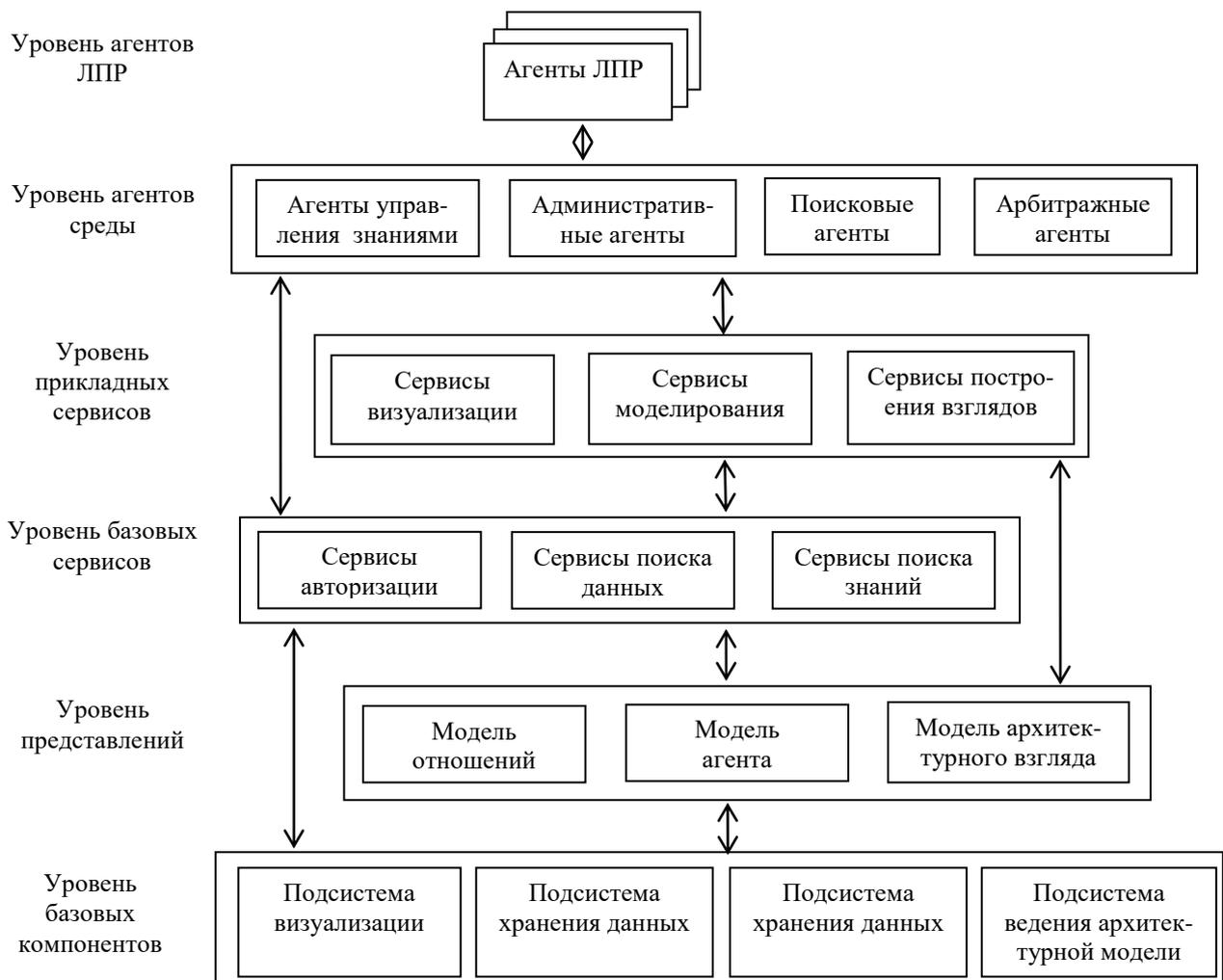


Рис. 2. Архитектура интеллектуальной агентно-сервисной системы

Система интересов и отношений между ЛПР и ОС должна быть описана формальным образом, понятным для программы-агента. Формальная модель отношений (далее – ФМО) включает в себя контракт, полномочия, ответственность, участие ЛПР в деловых процессах, владение объектами ОС. Модель отношений – внешняя сущность для программы-агента, поскольку меняется по воле внешних обстоятельств (например, по решениям ЛПР и других субъектов отношений), не контролируемых агентом, однако может создаваться её внутренняя реплика для наполнения текущей информацией по контролируемым параметрам ситуации, описываемой ФМО. При активации ИИА ЛПР задаёт политики поведения и рамки изменений параметров, при выходе за которые возникает новая ситуация, требующая обращения ЛПР к архитектурной модели ОС.

ИИА ведёт мониторинг параметров текущей ситуации в отношениях ЛПР и ОС, например, по корреспонденции и поручениям, обрабатываемым системой электронного документооборота (далее – СЭД), выявляя информацию, способную вызвать изменения в модели отношений. Источники информации могут находиться внутри (например, в СЭД) или за пределами ОС (например, в социальных сетях).

Допустим, в СЭД для ЛПР поступило поручение вышестоящего лица, исполнение которого выходит за рамки полномочий или не входит в круг установленных обязанностей ЛПР. ИИА диагностирует новую ситуацию в отношениях ЛПР и ОС и выявляет повод обратиться к архитектурной модели ОС на предмет того, чьи интересы ЛПР затронет, выполняя поручение, и какие могут быть последствия; что будет, если от поручения отказаться. Сформированные ИИА параметры взгляда передаются в виде настроек в среду ведения архитектурной модели ОС, а ЛПР получает сигнал об изменении ситуации и необходимости оценить её на основе подготовленного модельного представления.

Интерфейс между ИИА и средой ведения архитектурной модели должен обеспечить корректное и полное восприятие средой сформированного агентом набора параметров для построения архитектурного взгляда (или генерировать сообщение об ошибке, если агент претендует на область модели, ограниченную для его доступа). Это потребует разработки ряда информационных сервисов, которые могли бы взаимодействовать со средой ведения архитектурной модели.

Для визуализации и представления архитектурного взгляда ЛПР предпочтительно использовать штат-

ные средства из среды ведения модели ОС, хотя большинство современных CASE-средств имеют сервисы экспорта моделей в стандартных форматах. Использование штатных средств позволит опираться на уже сформированные у ЛПР навыки работы в среде ведения архитектурной модели.

Сценарий работы ИИА и его окружения выглядит следующим образом:

1. Агент актуализирует внутреннюю реплику ФМО.
2. Агент ведёт мониторинг параметров ситуации по данным из информационных систем ОС и внешних источников.
3. Агент сопоставляет текущие значения параметров с заданными рамками их изменения.
4. Агент возвращается на шаг 2 или 1 в соответствии с политиками поведения по таймерам или по событиям (например, изменение ФМО субъектами, активные действия ЛПР или субъектов ОС в отношении ЛПР), если значения параметров остаются в заданных пределах; если значения параметров выходят за рамки, установленные ЛПР, агент идентифицирует новую ситуацию, выбирает политику поведения.
5. В зависимости от выбранной политики агент сигнализирует ЛПР об изменении ситуации, формирует набор параметров взгляда и обращается с ними к среде ведения архитектурной модели ОС.
6. Среда ведения архитектурной модели перестраивает параметры взгляда и представляет его по запросу ЛПР.
7. ЛПР принимает решение о своём поведении, возможно – изменение модели отношений с ОС, возможно – смена набора параметров взгляда или рамок их изменения, политики поведения агента или сохранение статус-кво.
8. ЛПР при необходимости вносит изменения в конфигурацию агента или ФМО.

Для упрощения структуры и функций ИИА во взаимодействии со средой ведения архитектурной модели ОС возможно использование специализированных ИИА и информационных сервисов, решающих общие для ИИА различных субъектов взаимодействия задачи. Тогда архитектура агентно-сервисной системы примет вид, представленный на рис. 2 и близкий к решению, представленному в [7].

Рассмотрим основные уровни архитектурной модели предлагаемого программного решения. Ввиду значительного разнообразия функций и уровней сложности интеллектуальных агентов предлагается гибридная архитектура системы. Среди подмножества агентов ЛПР каждый ИИА реализует логику взаимодействия с пользователем и архитектурной моделью ОС в зависимости от роли ЛПР и присущих ей возможностей и полномочий. Среди агентов среды могут быть выделены виды агентов управления знаниями архитектурной модели ОС, административных и поисковых агентов. Представляется полезным использовать горизонтальные связи между агентами ЛПР для снятия части противоречий без обращения к ЛПР, если они касаются формальных вопросов типа согласования расписаний, рассылки уведомлений и проч. Для регулирования отношений между агентами ЛПР выделен отдельный вид арбитражных агентов.

Уровни сервисов обеспечивают исполнение запросов агентов по работе с данными и знаниями архитектурной модели ОС, ведение истории работы ЛПР с архитектурными взглядами и их модификаций, преобразование форматов представления информации и пр. По аналогии с [7] предлагается использовать уровень базовых и уровень прикладных сервисов. Уровень базовых сервисов отвечает за выполнение запросов агентов к низкоуровневым компонентам модели (авторизация, поиск данных и знаний в хранилище), уровень прикладных сервисов применяется для решения задач бизнес-логики: конструирование элементов архитектурного взгляда, построение модельных представлений по заданным агентами параметрам и зависимостям, формирование визуальных представлений результатов моделирования в удобной для ЛПР форме (текст, таблицы, графика, анимация и т. п.).

Компоненты уровня представлений позволяют абстрагироваться от особенностей конкретных СУБД и физических моделей данных и знаний. В первую очередь это формальная модель отношений ЛПР и ОС, модели агента ЛПР и других видов агентов, модель архитектурного взгляда, интегрированная архитектурная модель ОС и, возможно, ряд других моделей.

Уровень базовых компонентов предлагаемого решения включает элементы операционной системы, СУБД, CASE-средства, офисный пакет продуктов и ряд специфических для решения приложений.

Рис. 2 даёт лишь самое общее представление об архитектуре предлагаемого решения, которая требует дальнейшей детализации в части элементов модели и связей между ними.

Представленное выше концептуальное решение задачи предполагает дальнейшую разработку и конкретизацию по следующим основным направлениям:

1. Детальная архитектура интеллектуальной агентно-ориентированной системы ведения архитектурной модели ОС.
2. Архитектуры и уровни интеллекта различных классов агентов.
3. Система информационных сервисов взаимодействия со средой ведения модели ОС.
4. Формальные модели отношений между ЛПР и ОС, политики поведения.
5. Модели взаимодействия между агентами различных уровней и со средой ведения архитектурной модели ОС.
6. Возможности интеграции разрабатываемой системы с существующими CASE-средствами, системами поддержки принятия решений и оперативного управления, ERP-системами.

Литература

1. ГОСТ Р 15704-2008. Промышленные автоматизированные системы. Требования к стандартным архитектурам и методологиям предприятия. – Введ. 01.01.2010. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 50 с.
2. ГОСТ Р 57100-2016. Системная и программная инженерия. Описание архитектуры. – Введ. 01.09.2017. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 36 с.

3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15414-2017 Информационные технологии. Открытая Распределительная обработка. Эталонная модель. Язык описания предприятия. – Введ. 01.01.2018. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 54 с.

4. Полянский, А. М. Построение архитектурной модели предприятия на основе данных её планово-учётных систем / А. М. Полянский, Е. А. Смирнова // Бизнес. Наука. Образование: Проблемы, перспективы, стратегии: материалы российской заоч. науч.-практич. конф. – Вологда, 2015. – Т. 2. – С. 451–456.

5. Сайт компании SoftwareAG [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://resources.softwareag.com/aris>.

6. Швецов, А. Н. Агентно-ориентированные системы: методологии проектирования [Электронный ресурс]: монография / А. Н. Швецов. – Вологда: ВоГУ, 2016. – 191 с.: ил. – Режим доступа: http://www.library.vstu.edu.ru/biblio/shvetsov/book8/2016_shvetsov_ag_or_sist.pdf.

7. Архитектура интеллектуального агентно-ориентированного учебного комплекса для подготовки специалистов технического профиля / А. Н. Швецов, С. Ю. Ржеуцкая, А. П. Сергушичева, А. А. Суконщиков // Открытое образование. – Москва: РЭУ им. Плеханова, 2018. – Т. 2, № 3. С. 14–24.

A.M. Polyanskiy, E.A. Smirnova
Vologda State University

APPLICATION OF AGENT-BASED APPROACH IN ORGANIZATIONAL SYSTEMS ARCHITECTURAL MODELING

The purpose of the study presented in the article is to develop a multi-level architecture of intelligent agent-based software system that allows stakeholders to use the views formed on the basis of the architectural model of the organizational system in the preparation and decision-making processes. In the course of the study, a conceptual multi-level architecture was developed and grounded; it combines multi-agent and service-oriented approaches to the design of software products. The presented solution defines the levels of model representations, services and intelligent agents; each level is relatively independent of the others and the ways of interaction between them can be unified in accordance with the recommendations of international standards. The model of the intelligent agent environment, the scenario of the intelligent agent work and its environment, the architecture of the intelligent agent-service system are presented. The achieved results and directions of further research are defined.

Architectural model of organizational system; architectural view; intellectual agent; information service; decision maker; model of relations; CASE-tool.