

УДК 65.011.56(007)

**ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ ВЫБОРОЧНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЦИФРОВЫХ ЭКОСИСТЕМАХ****И.А. Брусакова, А.И. Васильев (Санкт-Петербург)****Введение**

В век цифровых трансформаций, цифровых технологий, требований к цифровой зрелости предприятий, отраслей, компаний особую важность приобретают задачи формирования систем поддержки и принятия решений для цифровых экосистем. Уже термин «предприятие» используется как компонент сложной динамической системы стратегического взаимодействия предприятия с компонентами внутренней и внешней среды [1]. Употребляется все чаще термин «цифровая экосистема», тем самым подчеркивается важность коммуникаций со внешней и внутренней средами [2-4]. Задачи стратегического планирования при управлении такими экосистемами напрямую связаны с «проигрыванием» различных ситуаций в многокомпонентной среде цифровых экосистем [5]. Теорию управления цифровой экосистемой можно отождествлять с теорией управления сложными системами систем (SoS) [6]. Реконфигурация взаимосвязей между компонентами перестраивает существующие бизнес-процессы управления ресурсным обеспечением такой цифровой экосистемы. По сути, мы имеем дело с задачами реинжиниринга бизнес-процессов – полной перестройки бизнес-процессов, бизнес-моделей, бизнес-архитектур. Для организации сценариев реинжиниринга и алгоритмов принятия решений для цифровых экосистем используются BIG DATA технологии, особенностью и преимуществом которых является способность обрабатывать структурированные и неструктурированные наборы данных, как с помощью SQL, так и с помощью NOSQL технологий.

Анализ цифровой экосистемы как системы с множеством параллельных процессов, в управлении которой участвуют все ключевые заинтересованные стороны, производится с использованием цифровых технологий EAI (Enterprise Application Integraion) [3]. Причем, многопроцессными моделями являются также и участники взаимодействий цифровой экосистемы. Наборы данных, которые представляют собой измерительную информацию преобразования «вход-выход» формируются для различных бизнес-процессов различных участников цифровых экосистем. Особую роль для формирования управленческих решений приобретает информация о сквозных бизнес-процессах в цифровых экосистемах. Для поддержки взаимосвязанной совокупности структурированной и неструктурированной информации предлагается внедрить ITSM подход интеграции данных. Сущность этого подхода EIM (Enterprise Information Management) заключается в возможности консолидации, интеграции, синхронизации разноформатных данных, необходимых для формирования управленческого решения. Цель принимаемых решений — анализировать, отслеживать и прогнозировать эффективность функционирования цифровой экосистемы.

Цифровой экосистемой будем считать взаимосвязанную совокупность хозяйствующих субъектов, реализующих все этапы жизненного цикла производимого продукта. Управлять такой цифровой экосистемой можно при организации такой технико-технологической платформы интеграции ресурсов, которая бы позволили собирать всю ИТ-инфраструктуру цифровой экосистемы по единым интегрирующим технологиям. Составляющими такой ИТ-инфраструктуры являются программно-аппаратная часть, операционная система, системы управления базами данных (СУБД), технологии управления данными, уровень визуализации управленческих решений. В условиях платформенной интеграции цифровая экосистема представляет собой

объединение ИТ-ресурсов и участников, работающих в едином информационном пространстве и обеспечивающих целостность функционирования системы.

Механизмы онтологического инжиниринга для представления стратегического взаимодействия компонентов цифровой экосистемы

Архитектура цифровой экосистемы может быть представлена с использованием различных методик описания при использовании, например, инструментального средства Business Studio, языка ARCHIMATE [8]. ИТ-инфраструктура управления информационными потоками цифровых экосистем состоит из стандартного набора технологий приобретения измерительной информации, как технической (физическое явление-датчик-измерительная цепь-процессов), так и экономической (бизнес-процесс, корпоративная информационная система). Составляющими такой ИТ-инфраструктуры являются программно-аппаратная часть, операционная система, системы управления базами данных (СУБД), технологии управления данными, технологии визуализации управленческих решений, технологии моделирования бизнес-процессов, технологии хранения данных, технологии машинного обучения, технологии имитационного моделирования, технологии языковой поддержки управленческого решения, технологии искусственного интеллекта и т.д. Целью моделирования архитектуры цифровой экосистемы является описание стратегического взаимодействия участников, с возможностью реконфигурирования взаимосвязей, если выявлено неэффективное взаимодействие.

Приведем пример многокомпонентной среды цифровой экосистемы в девелопменте.

Так, на рис. 1 представлена цифровая экосистемы для компании-девелопера, которой необходимо разработать экономико-математический инструментарий для принятия решений коммерческим директором об эффективности управления процессами строительства и продаж.

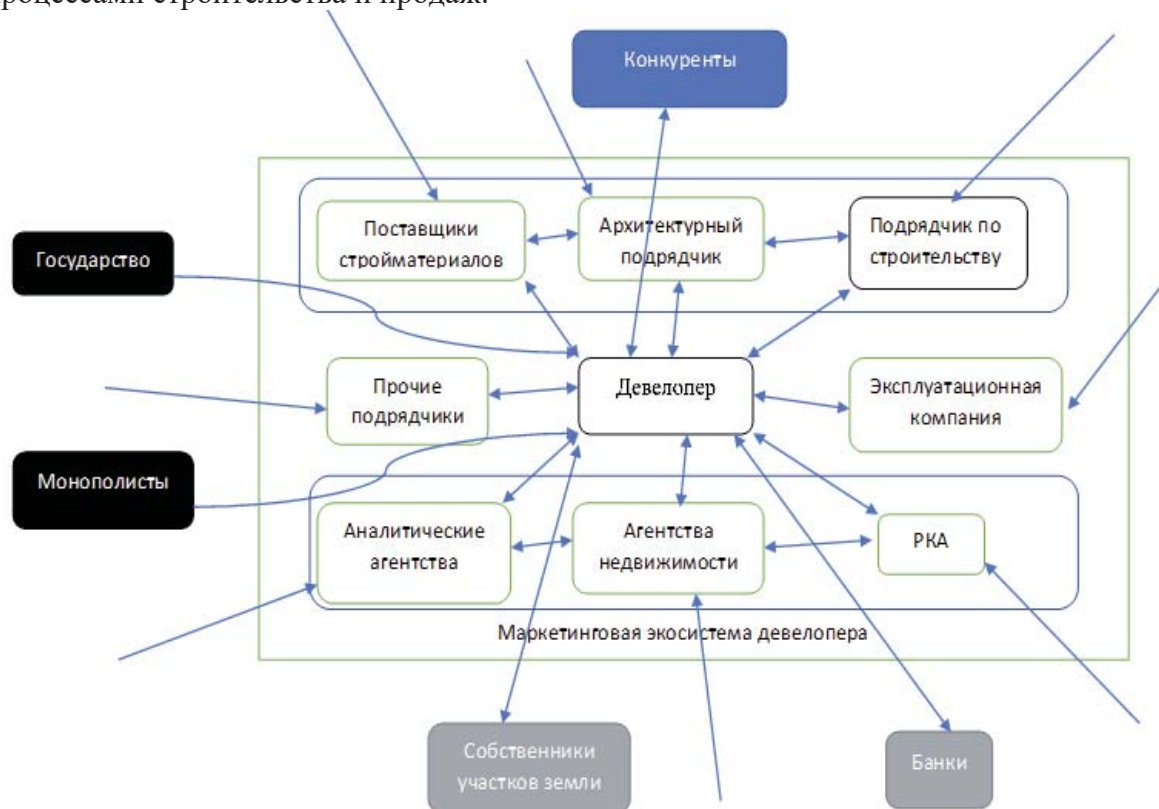


Рис. 1. Цифровая экосистема компании девелопера

На рис. 1 представлены составляющие (компоненты) цифровой экосистемы девелопера и взаимосвязи между ними:

- компания девелопера, которая является ее центром и аккумулирует внутри себя все данные для принятия решения;
- два контура управления – внутренний, состоящий из аналитического агентства, агентства недвижимости, поставщиков стройматериалов, эксплуатационной компании, архитектурного подрядчика, подрядчика по строительству, прочих подрядчиков, и внешний, представленный собственниками участков земли, банками, государственными структурами, монополистами.

Стрелками на рис. 1 обозначены пути обмена потоками данных в многокомпонентной среде.

Для описания архитектуры цифровой экосистемы используем, например, подходы онтологического инжиниринга [9-15]. К преимуществам онтологического подхода можно отнести возможность применения онтологических моделей для интеллектуального анализа данных, в технологиях искусственного интеллекта. Эти преимущества позволят обеспечить многоальтернативность, гибкость функционала систем поддержки и принятия решений об эффективности управления процессами цифровой экосистемы.

Онтологический инжиниринг – это методология создания семантической модели взаимодействия, где:

- каждый участник описывается как сущность с ролями, интересами и обязательствами;
- взаимодействие происходит по онтологически заданным сценариям (например «подрядчик ↔ заключение договора ↔ девелопер»);
- возможна логическая проверка соответствия действий нормам (например, юридическим, регуляторным, финансовым);
- в системе можно построить цепочки ответственности, зависимости, риски.

Организационно-управленческая система: структура

1. Онтологическое ядро

Является формализованной моделью:

- ролей и участников;
- форм взаимодействия;
- правил и ограничений;
- целей, интересов и мотиваций участников.

2. Управляющий центр девелопера

Внутренний координирующий узел экосистемы, включающий:

- функции интеграции участников;
- механизмы оценки эффективности взаимодействия;
- центр принятия решений и конфликт-менеджмента.

3. Сценарии взаимодействия (workflow по онтологии)

Типовые паттерны взаимодействий:

- сценарий «Привлечение подрядчика»;
- сценарий «Совместный проект с другим девелопером»;
- сценарий «Запуск маркетинговой кампании» и т.д.

4. Механизмы управления отношениями (ORM)

Включают:

- матрицы ролей и ответственности (RACI);
- целевые показатели по каждому взаимодействию;
- контроль отклонений и рисков.

Визуальная модель экосистемы (семантический граф) представим в виде

[Девелопер]

- ↔ [Банк] (финансирование)
- ↔ [Подрядчик] (строительство)
- ↔ [Архитектор] (проектирование)
- ↔ [Поставщик материалов] (снабжение)
- ↔ [Владелец земли] (приобретение ресурса)
- ↔ [Агентство недвижимости] (реализация)
- ↔ [Эксплуатирующая компания] (послепродажное управление)
- ↔ [Другой девелопер] (партнёрство)
- ↔ [Аналитики] (данные и прогнозы)
- ↔ [Рекламное агентство] (продвижение)

Все связи – онтологически описанные отношения, управляемые и отслеживаемые. Преимущества подхода представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Преимущество	Объяснение
Формализация экосистемы	Четкое описание участников, их целей, ролей, отношений
Управление знанием	Знания об участниках, процессах, проектах становятся повторно используемыми
Повышение совместимости	Упрощение коммуникации и сокращение конфликтов
Поддержка принятия решений	Использование онтологических выводов для управления
Масштабируемость и повторяемость	Возможность масштабировать экосистему на другие проекты

Ниже приведен пример фрагмента онтологии цифровой экосистемы девелопера, в котором описаны ключевые классы (сущности), отношения и свойства участников. Эта онтология ориентирована на описание взаимодействий в экосистеме – не как программного кода, а как смысловой модели (понятийная структура).

Фрагмент онтологии цифровой экосистемы девелопера

1. Классы (сущности)

Класс	Описание
DeveleperCompany	Девелопер — центральный участник, инициирующий и координирующий проект
ConstructionContractor	Строительная компания – исполнитель подрядных работ
ArchitecturalFirm	Архитектурная организация — проектирует здания
Bank	Финансовое учреждение — кредитует проекты
LandOwner	Владельцы участков — предоставляет землю
MaterialSupplier	Поставщики стройматериалов
RealEstateAgency	Агентства недвижимости — занимаются продажами
MarketingAgency	Рекламные и PR агентства
AnalyticAgency	Поставщик рыночной и конкурентной аналитики
OtherDeveloper	Партнёрские/конкурирующие девелоперы
FacilityManagementCompany	Компания по эксплуатации объекта
Project	Девелоперский проект (единица управления)
InteractionScenario	Модель взаимодействия между субъектами

2. Отношения (Object Properties)

Связь	Описание
initiates(DeveleperCompany, Project)	Девелопер инициирует проект
finances(Bank, Project)	Банк финансирует проект
designs(ArchitecturalFirm, Project)	Архитектор проектирует объект
builds(ConstructionContractor, Project)	Подрядчик осуществляет строительство
supplies(MaterialSupplier, Project)	Поставщик предоставляет материалы
owns(LandOwner, LandPlot)	Собственник владеет участком земли
sells(RealEstateAgency, Object)	Агентство продаёт объекты недвижимости
markets(MarketingAgency, Project)	Рекламное агентство продвигает проект
analyzes(AnalyticAgency, MarketSegment)	Аналитическое агентство анализирует рынок
manages(FacilityManagementCompany, Building)	Эксплуатирующая компания управляет зданием
partnersWith(DeveleperCompany, OtherDeveloper)	Девелоперы сотрудничают (или конкурируют)

3. Datatype Properties (Свойства сущностей)

Свойство	Диапазон	Пример
hasINN	xsd:string	ИНН организации
hasProjectStage	xsd:string	"Проектирование", "Строительство"
hasRiskLevel	xsd:string	"Высокий", "Средний", "Низкий"
hasInteractionIntensity	xsd:integer	От 1 до 10
hasRegion	xsd:string	"Москва", "Сочи" и т.д.

4. Пример онтологического утверждения (троица RDF)

```

:ProjectX rdf:type :Project .
:CompanyA rdf:type :DeveleperCompany .
:CompanyA :initiates :ProjectX .
:BankVTB rdf:type :Bank .
:BankVTB :finances :ProjectX .
:OOO_StroyCity rdf:type :ConstructionContractor .
:OOO_StroyCity :builds :ProjectX .

```

5. Сценарий взаимодействия: “Запуск проекта”

Участники:

- Девелопер
- Владелец участка
- Банк
- Архитектор
- Строительный подрядчик

Онтологическая структура сценария:

:StartProjectScenario rdf:type :InteractionScenario .
:StartProjectScenario :includesParticipant :DeveleperCompany .
:StartProjectScenario :includesParticipant :Bank .
:StartProjectScenario :includesParticipant :ArchitecturalFirm .
:StartProjectScenario :requiresRelationship :finances .
:StartProjectScenario :requiresRelationship :designs .
:StartProjectScenario :requiresRelationship :owns .

Возможности онтологии

- Семантический поиск: "Какие проекты строятся при участии более чем двух подрядчиков?"
- Анализ узких мест: выявление недостающих связей или слабых участников экосистемы.
- Прогнозирование и риск-анализ: сценарии взаимодействия → моделирование отклонений.
- Формирование новых коалиций: выбор потенциальных партнёров на основе онтологических профилей.

Сценарно-игровые подходы к имитационному моделированию на базе онтологического инжиниринга позволяют для конкретной архитектуры цифровой экосистемы спланировать имитационный эксперимент с использованием статистических методов.

В качестве выборочных данных для имитационного эксперимента выступают выборочные данные, представляющие собой результаты стратегического взаимодействия игроков цифровой экосистемы за определенный промежуток времени: прогноз спроса на квартиры определенного класса, ожидаемая выручка и прибыль, ROI маркетинга, время до полной реализации объектов недвижимости.

Процедуры формирования наборов данных для организации имитационного эксперимента

После описания организационно-управленческой структуры (архитектуры) цифровой экосистемы удобно применять реляционный подход для формирования и мониторинга необходимой измерительной информации. Реляционный подход обеспечивает удобное описание наборов данных как множества значений доменов [16]. Выборочные данные для имитационного эксперимента – это множества значений доменов.

На рис. 2 представлена инфологическая модель цифровой экосистемы девелоперской компании, записанная в нотации UML, отображены свойства составляющих предметной области, показаны взаимосвязи. Отображение инфологической модели данных на реляционную можно реализовать с помощью основных положений реляционного проектирования: все объекты представляются в виде отношений, размерность которых определяется количеством характеристик (свойств); взаимосвязи между объектами представляются отдельными отношениями, размерность которых определяется количеством ключевых свойств взаимодействующих объектов, ключевых свойств самой взаимосвязи и неключевыми свойствами взаимосвязи [16].

По принципам реляционного проектирования свойства инфологической модели данных отображаются на домены реляционной модели данных, которые имеют имя и множество значений.

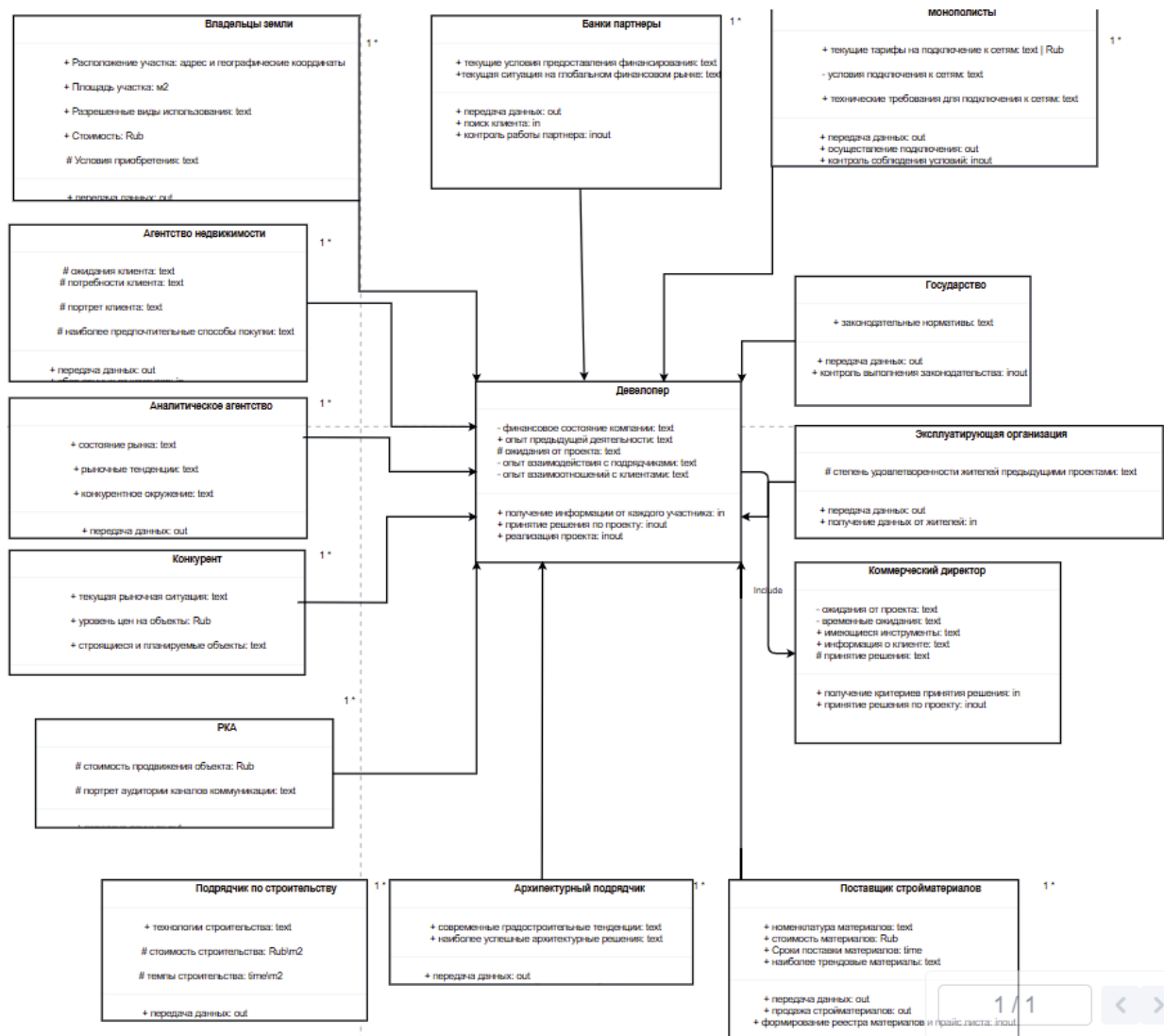


Рис. 2. Инфологическая модель данных цифровой экосистемы девелопера

По модели рис. 2 реализуются 15 отношений, интерпретирующие объекты и одно отношение, интерпретирующее взаимосвязь. Соответственно, схемы 13 отношений представляются множествами имен доменов, интерпретирующих соответствующие свойства инфологической модели данных, схема отношения, интерпретирующего взаимосвязь представляется в виде:

ДЕВЕЛОПЕР (сведения о Владельцах земли, сведения об Агентстве недвижимости, сведения об Аналитическом агентстве, сведения о Конкурентах, сведения о Банках партнерах, сведения о монополистах, сведения о Госструктурах, сведения об Эксплуатирующих организациях, сведения об Архитектурных подрядчиках, сведения о Подрядчиках, сведения о Поставщиках стройматериалов, сведения о Клиенте по покупке недвижимости, оценка финансового состояния компании, сведения о Проекте строительных работ, время выполнения проекта, текущая сумма приобретенной недвижимости).

Наибольший интерес для имитационного моделирования прогнозной модели по сумме приобретенной недвижимости представляют выборки, полученные как множества значений доменов по базе данных ДЕВЕЛОПЕР. Роль девелопера выполняет коммерческий директор, который непосредственно занимается продажами.

Для организации мониторинга значений сведений о стратегическом взаимодействии участников цифровой экосистемы необходимо сформировать множество моделей условий для получения выборочных данных. Так, выборочные данные собираются, например, по ПРОДАЖЕ КВАРТИР для определенного информационного образа КЛИЕНТА, определенного типа конкретного ЗАСТРОЙЩИКА, конкретного АРХИТЕКТУРНОГО БЮРО, конкретного АРХИТЕКТУРНОГО ПОДРЯДЧИКА и т.д. Только при соблюдении сбора выборочных данных для конкретной модели условий статистического эксперимента можно гарантировать, что данные принадлежат одной генеральной совокупности.

Для каждого игрока сценарно-игровой модели представим информационный образ, который включает в себя перечень свойств и множества их значений. В реляционном проектировании эти понятия называются доменами и кортежами.

Модель условий статистического имитационного эксперимента включает в себя:

– конкретные значения по информационному образу ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ

- **Тип объекта:** жилой дом бизнес-класса
- **Местоположение:** центр города
- **Объём:** 248 квартир
- **Площадь квартир:** от 60 до 150 м²
- **Сроки строительства (план):** 36 месяцев
- **Особенности:** подземный паркинг, коммерческие площади на первом этаже, премиальная архитектура

– конкретные значения по информационному образу ВЛАДЕЛЬЦА ЗЕМЛИ

- **Расположение участка:** центр города (центральный округ)
- **Площадь участка:** 1,5 га
- **Разрешённые виды использования:** жилая многоэтажная застройка + встроенные помещения
- **Стоимость участка (Р):** 1,2 млрд.р.

– конкретные значения по информационному образу КЛИЕНТА

- **Портрет клиента:** обеспеченные семьи, инвесторы, бизнес-элиты
- **Потребности клиента:** премиальные квартиры, развитая инфраструктура, престижное расположение
- **Условия сделки:** ипотека с банками-партнёрами, скидки при 100% оплате, рассрочка на 2 года

– конкретные значения по информационному образу АНАЛИТИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА

- **Состояние рынка:** бычий (высокий спрос на центр города)
- **Рыночные тенденции:** рост цен на бизнес-класс 10–12% в год
- **Конкурентное окружение:** 2 сопоставимых проекта в радиусе 2 км

– конкретные значения по информационному образу БАНКА

- **Название:** Банк «Столица»
- **Размер кредитования (Р):** 5 млрд (проектное финансирование)
- **Условия кредитования:** ставка 9,5% годовых, срок 7 лет, эскроу-счета

– конкретные значения по информационному образу МОНОПОЛИСТА (сетевые организации)

- **Тарифы на подключение:** 80 млн (электро-, водо- и теплоснабжение)
- **Технические требования:** высокая мощность (ж/д 20 МВт)
- **Условия подключения:** срок 180 дней, обязательный проект ТУ

– конкретные значения по информационному образу ГОСУДАРСТВО (регулятор)

- **Законодательные нормативы:** жёсткие (строгий контроль за проектами в центре города)
- **Документы:** ГПЗУ, ППТ, РНС, разрешение на строительство, акт ввода
- конкретные значения по информационному образу **ЭКСПЛУАТИРУЮЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ**
 - **Степень удовлетворённости клиентов (ожидаемая):** высокая (>85%)
 - **Услуги:** премиальный сервис, консьерж, охрана, эксплуатация инженерных систем
- конкретные значения по информационному образу **ПОСТАВЩИК СТРОЙМАТЕРИАЛОВ**
 - **Название материалов:** премиальные фасадные панели, натуральный камень, высокопрочный бетон М350
 - **Стоимость материалов (Р/ед.):** 10 000–200 000
 - **Сроки поставки:** 14–60 дней
 - **Трендовые материалы:** экологичные, энергоэффективные, премиальные отделочные материалы
- конкретные значения по информационному образу **ЗАСТРОЙЩИК (генподрядчик)**
 - **Технология строительства:** монолит + навесные фасады
 - **Стоимость строительства за м² (Р):** 120 000
 - **Темпы строительства:** 4000 м²/мес.
- конкретные значения по **ДЕВЕЛОПЕРУ (центральный субъект)**
 - **Функции:** инициатор строительства, организатор финансирования, интегратор взаимодействий
 - **Документы:** инвестиционный договор, проектное соглашение с банком, договоры с подрядчиками
 - **Данные:** бизнес-план, финансовая модель, маркетинговая стратегия
 - **Цель:** успешная реализация объекта «под ключ» с продажей всех квартир

ПРИМЕР ОПИСАНИЯ МОДЕЛИ УСЛОВИЙ представим в виде

МОДЕЛЬ УСЛОВИЙ ИМИТАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА =

при 1 = Владелец земли {центр города; 1,5 га; жилая застройка; стоимость 1,2 млрд} &
при 2 = Агентство недвижимости {клиенты: бизнес-элиты, инвесторы; потребности: премиум квартиры; сделки: ипотека, рассрочка, скидки} &
при 3 = Аналитическое агентство {рынок: бычий; тенденции: рост цен 10-12%; конкуренты: 2 проекта рядом} &
при 4 = Банк {название: Банк «Столица»; кредит: 5 млрд; условия: 9,5% на 7 лет, эскроу} &
при 5 = Монополист {тариф: 80 млн; требования: высокая мощность; срок подключения: 180 дней} &
при 6 = Государство {нормативы: жёсткие; документы: ГПЗУ, ППТ, РНС, разрешение, акт ввода} &
при 7 = Эксплуатирующая организация {удовлетворённость: >85%; услуги: премиальный сервис} &
при 8 = Поставщик стройматериалов {материалы: бетон М350, камень, панели; стоимость: 10к–200к; срок: 14–60 дней; тренд: энергоэффективные} &
при 9 = Застройщик {технология: монолит + фасады; стоимость: 120к/м²; темп: 4000 м²/мес} &
при 10 = Девелопер {роль: инициатор и интегратор; цель: реализация и продажа 248 квартир}.

При выполнении модели условий для организации сбора выборочных данных можно осуществить имитационное моделирование на множестве стратегий и сценариев, в виде прогнозных статистических моделей для:

- прогноз спроса (predictDemand);
- ожидаемая выручка и прибыль (computeRevenue);
- ROI маркетинга (marketingEfficiency);
- время до полной реализации объектов (timeToSell);
- уровень риска (riskLevel).

По сути, результаты имитационного моделирования далее могут быть использованы для разработки инструментариев СППР – систем поддержки и принятия решений. Потребуется комплексные оценки деятельности, интегральные оценки функционирования компонентов цифровых экосистем.

Для формирования комплексных интегральных KPI функционирования компонентов цифровых экосистем и всей системы в целом используются технологии бизнес-аналитики для построения прогнозных моделей с использованием технологий, например:

– BI, (*Business Intelligence*) – технологии интеллектуального анализа и обработки неструктурированных данных, позволяющие проектировать аналитические платформы корпоративных информационных систем;

– **OLAP** (*OnLine Analytical Processing, интерактивная аналитическая обработка*) – технологии многомерного анализа данных в хранилищах данных; Data Mining – технологии извлечения, интерпретации данных;

– SMART – технологии конкретизации целей (*Specific Measurable Attainable Relevant Time-Bound*);

– технологий машинного обучения;

Технологии искусственного интеллекта и нечеткого моделирования позволяют представить гибридные модели для принятия управленческих решений (технологии AGI, технологии Advanced AI Deep Learning (DL), технологии GPT-40, Grock-2, технологии Genini Thinking реализуют модель мгновенного мышления Gemini 2.0, технологии Deep Seek-R1 DeepSeek-AI, Технологии Open AI, технологии Fuzzy Tech и т.д.) [17-20].

Заключение

В статье представлены основные подходы к подготовительному этапу для имитационного моделирования процессов цифровой экосистемы, заключающиеся в применении механизмов сценарно-игрового описания архитектуры цифровой экосистемы, онтологического инжиниринга для представления стратегического взаимодействия компонентов цифровой экосистемы.

Определяющими в формировании наборов данных для имитационного моделирования показателей процессов в цифровых экосистемах являются этапы реляционного проектирования на множестве конкретных реализаций моделей условий статистического имитационного эксперимента. В статье представлен пример формирования наборов данных для цифровых экосистем в девелопменте.

Литература

1. **Зиндер Е.З.** Расширяющаяся парадигма инжиниринга предприятия. – Бизнес-информатика, [https://bijournal.hse.ru/data/2017/02/13/1167152099/%D0%97%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D1%80%20\(Ru\).pdf](https://bijournal.hse.ru/data/2017/02/13/1167152099/%D0%97%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D1%80%20(Ru).pdf) (Дата обращения 22.09.2025).

2. **Бабкин А. В., Федоров А. А., Либерман И. В. и др.** Индустрия 5.0: понятие, формирование и развитие. Экономика промышленности // Russian Journal of Industrial Economics. 2021;14(4):375-395.
3. **Клейнер Г.Б.** Экономика экосистем: шаг в будущее // Экономическое возрождение России. 2019. № 1. С. 40-45.
4. **Клейнер Г. Б.** Социально-экономические экосистемы в свете системной парадигмы // Системный анализ в экономике-2018: материалы V Межд. научно-практич. конф. М.: Прометей, 2018. С. 5-14.
5. **Брусакова И.А.** Имитационное моделирование экономических процессов: учеб. СПб.: Изд-во СПбГИЭУ, 2012.
6. **Maier M. W.**, Architecting Principles for Systems-of-Systems, Syst. Eng., vol. 1, no. 4, pp. 267-284, 1998. <https://asymmetricleadership.com/wp-content/uploads/2020/04/architectingprinciplesofsystemsofsystemsMAIER.pdf>.
7. EAI (Enterprise Application Integraion) URL: https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:Enterprise_application_integration. (Дата обращения 22.09.2025).
8. ARCHIMATE. URL: <https://www.archimatetool.com> (Дата обращения 22.09.2025).
9. **Андреев Д.А., Воронов М.В.** Особенности онтологического инжиниринга технологических знаний. URL: <https://ojs.itmo.ru/index.php/IMS/article/view/74>. (Дата обращения 22.09.2025).
10. **Добров Б.В., Иванов В.В., Лукашевич Н.В., Соловьев В.Д.** Онтологии и Тезаурусы. Казань, 2006.
11. Resource Description Framework (RDF) . URL: www.w3.org/RDF/. (Дата обращения 22.09.2025).
12. Web Ontology Language (OWL) // Available at: www.w3.org/2004/OWL/. (Дата обращения 22.09.2025).
13. **Natalya F. Noy, Deborah L.** Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL URL: https://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf(Дата обращения 22.09.2025).
14. **Gao Shu, Omer F. Rana, Nick J. Avis, Chen Dingfang.** Ontology based semantic matchmaking approach // Advances in Engineering Software 38 (2007). P. 59–67. (Дата обращения 22.09.2025).
15. ГОСТ Р 57100-2016/ISO/IEC/IEEE 42010:2011 Системная и программная инженерия. Описание архитектуры. URL:<https://docs.cntd.ru/document/1200139542>. (Дата обращения 7.07.2025).
16. **Войтюк Т.Е., Осетрова И.С.** Основы проектирования реляционных баз данных средствами инструментальной среды. URL: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2619.pdf> (Дата обращения 22.09.2025).
17. **Гаврилова Т. А, Кубельский М. В., Кудрявцев Д. В и др.** Типологизация и систематизация подходов к разработке стратегии компании: модели и методы из смежных наук// Прикладная информатика. №3, 2020 . С. 99-118.
18. Achieving Measurable Business Results with SAFe <https://www.scaledagile.com/about/about-us/permissions-faq/>
<https://framework.scaledagile.com/>
19. Advanced case management URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_case_management.
20. Deep learning & Machine learning: в чем разница? URL:<https://datastart.ru/blog/read/deep-learning-machine-learning-v-chem-raznica>.