

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ УЧАСТНИКОВ ДОЛЕВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ОЦЕНКИ РИСКОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАСТРОЙКЕ

Определение системы

В качестве базовой системы рассматривается многоквартирный (типовой) дом, определяемый количеством квартир различных типов (одно, двух, трех, четырехкомнатных) и средними временными интервалами этапов его строительства. Имитационная система описывает процесс взаимоотношения участников долевого строительства: дольщиков (физических и юридических лиц), с одной стороны и строительной организацией, реализующей жилые квартиры в возводимом многоквартирном доме, с другой стороны.

Логическая схема функционирования системы

В рассмотрение принято поэтапное правило финансирования, а именно, физические лица начинают заключать договора на долевое строительство после этапа «возведен фундамент» - вносят 35% суммы определяемой застройщиком (стоимость m^2 х метраж квартиры), при смене этапа на «возведена «коробка» – дольщик доплачивает 50% и по окончании работ – 15% стоимость квартиры. Дольщик, заключающий договор после этапа «возведена «коробка» – оплачивает сразу 85% и по окончании работ – 15% стоимость квартиры. Физическое лицо, обращающееся к застройщику по окончании работ, фактически покупает готовую квартиру, и соответственно вносит 100% стоимости квартиры. Кроме физических лиц, участвующих в долевом строительстве, фирма–застройщик, вправе расплачиваться квартирами с юридическими лицами, являющимися подрядчиками строительных работ – устанавливая определенную цену за m^2 , и тем самым, уменьшая количество потенциальных дольщиков – физических лиц. Кроме того, необходимо учитывать возможный процесс ухода (расторжения договоров долевого строительства и возврата внесенных средств), связанный с изменением средней цены за m^2 , формирующейся из всевозможных предложений других городских фирм–застройщиков. Кроме того, определены средние временные интервалы каждого этапа возведения многоквартирного дома и размеры оплаты труда строительных бригад, задействованных на каждом этапе и так же принято допущение, что фонд заработной платы строителей формируется за счет привлеченных средств дольщиков – физических лиц, если средств недостаточно, строительство может быть «заморожено».

Подготовка данных

В качестве входных данных, необходимых для построения имитационной модели, принимаются:

- статистическая информация о датах прихода (обращения и заключения договоров долевого строительства) физических лиц по каждому типу квартир;
- статистическая информация о датах внесения оплаты, согласно заключенных договоров долевого строительства, при обновлении статуса строительства (завершение этапа возведения многоквартирного дома) физических лиц по каждому типу квартир;
- количество квартир и общий метраж многоквартирного жилого дома (проектные данные);
- временные интервалы этапов возведения многоквартирного дома (проектно-сметные данные);
- размеры оплаты труда строительных бригад, задействованных на каждом этапе возведения многоквартирного дома (проектно-сметные данные);

- поквартальные средние данные рыночной стоимости m^2 строящегося многоквартирного жилья г. Астрахани (данные министерства строительства Астраханской области).

Собранная статистическая информация первых двух пунктов входных данных была обработана с использованием критерия Колмогорова (размер выборки варьировался в интервале от 20 до 40 значений), и было установлено, что временные интервалы имеют экспоненциальный тип функции распределения, установлены функциональная характеристика распределения (математическое ожидание) для каждого типа квартир.

Трансляция моделей

В качестве среды разработки имитационной модели выбрана среда AnyLogic 6[©], так как, во-первых, позволяет реализовать модель с использованием парадигм объектно-ориентированного программирования, во-вторых, позволяет совмещать различные типы построения моделей: системно-динамический, дискретно-событийный и агентный, и, в-третьих, существует возможность разрабатывать фрагменты внутреннего кода на Java.

В разработанной имитационной блок-схеме реализовано 3-и класса активных объектов: **Apartment_type**, **House** и **Main**, причем класс **House** является агентом. Подробно рассмотрим каждый активный класс и связи между ними.

Активный класс Apartment_type

Класс **Apartment_type** реализует финансовые отношения дольщиков со строительной организацией в пределах квартир одного типа. Данный подход позволяет избежать ограничений на жесткую привязку к количеству типов квартир в жилом доме.

На рисунке 1 представлена блок-схема активного класса **Apartment_type**.

Создан класс заявок **N_person**, имитирующих дольщиков, имеющий поля, фиксирующие время прибытия в систему, текущий статус и время ухода из системы. Предусмотрены возможности сохранения информации полей заявок в Excel-файл, с целью установления адекватности стохастически-сгенерированных интервалов поступления заявок, реально собранным статистическим данным.

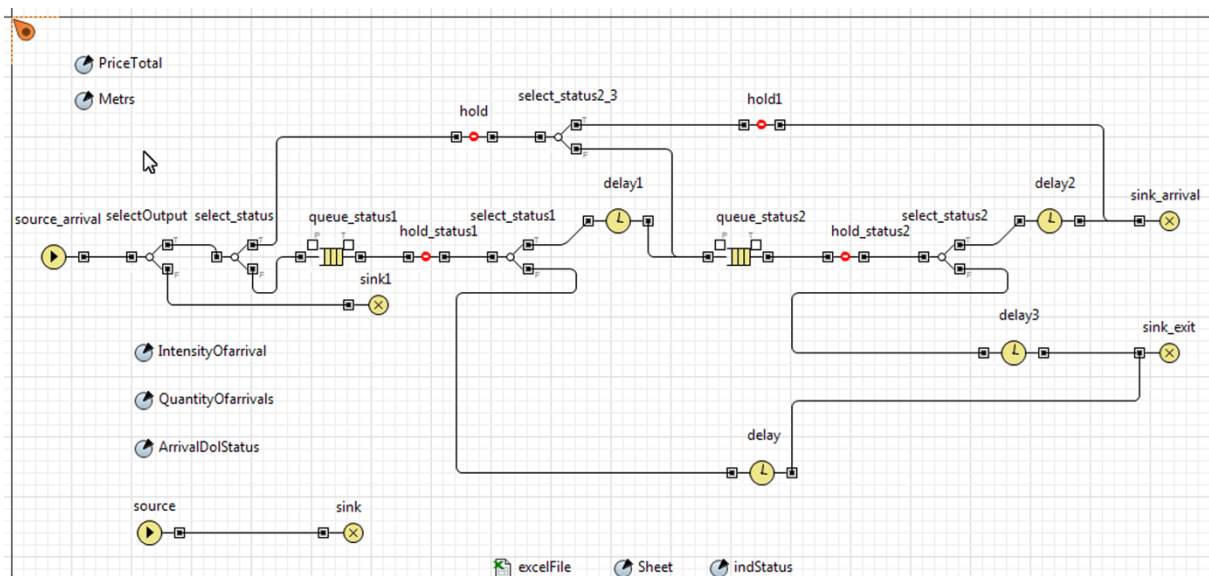


Рис. 1. Общая блок-схема активного класса **Apartment_type**.

Процесс прихода дольщиков осуществляется посредством генератора заявок **source_arrival**. Введены две переменные: **IntensityOfarrival** и **QuantityOfarrivals**, позволяющие динамически управлять частотой интенсивности прибытия и максимальным количеством генерируемых заявок. Блоки блокировок (тип **hold**) используются для задержек заявок до момента смены статуса и организации процесса «уход дольщиков».

Блоки логического разветвления (тип **selectOutput**) организуют прохождение заявок согласно текущему статусу. Блоки очередей (тип **queue**) используются для организации процесса накопления финансовых средств. Например, в блоке **queue_status2** аккумулируются заявки имитирующие приход дольщиков уже заплативших 35% (имеющих **status** == 2) и пришедших только что при **status** == 3, первые доплачивают еще 50%, вторые сразу вносят 85% стоимости квартиры. Блок-бункер **sink_arrival** так же используется для накопления финансовых средств и уничтожает заявки, пришедшие в систему при различных статусах. С другой стороны блоки-бункеры **sink_exit** и **sink_exit1** принимают заявки при возникновении процесса «ухода дольщиков» и участвуют в уменьшении финансовых средств (уходящим дольщикам выплачиваются вложенные средства). Поскольку, в процессе прихода дольщиков могут принимать участие и юридические лица, причем на самом раннем этапе, реализована блок-схема, имитирующая поступление пакета заявок с использованием метода **inject**.

Активный класс House

Разработан класс-агент активного объекта **House** (рис. 2), реализующий приход дольщиков – физических и юридических лиц для одного типа многоквартирного дома. Поскольку, рассматриваются определенные типы многоквартирных домов с четырьмя типами квартир, класс-агент **House** включает в себя 4-е объекта **apartment_type1**, **apartment_type2**, **apartment_type3**, **apartment_type4**, что не исключает возможности добавления или удаления объектов типа **apartment_type**.

В данном классе-агенте предусмотрена возможность ввода даты начала строительства и стоимости м² застройщика, посредством **editbox**, выбор типа здания, посредством **radio** и получения текущей информации о дате, рыночной цене, статусе строительства и полученных финансовых средств от дольщиков – физических лиц.



Рис. 2. Общая блок-схема активного класса-агента **House**.

При активации класса-агента **House** выполняется код, реализующий включение таймера с тактовой частотой 1-й единицей модельного времени равной 1-му дню, формирование массива статусов и инициализацию массивов отвечающих за количество и метраж квартир по типу зданий, а так же интервалов строительства по статусам и ежемесячных выплат строительным бригадам. В класс-агент введена табличная функция **MarketPriceT**, определяющая помесечное значение средних городских цен за м² строящегося жилья. Полученные значения участвуют в условии организации процесса «ухода дольщиков», т.е. если средняя рыночная цена меньше цены объявленной

застройщиком дольщики начинают «уходить» – запускается процесс посредством разблокировки блоков типа **hold** во всех объектах типа **apartment_type** и появляется сообщение «уход дольщиков».

Смена статусов этапов строительства происходит посредством переходов в диаграмме состояний, основываясь на средних временных интервалах каждого этапа, с вводом вероятностной составляющей (**uniform(a, b)**) – реализация равномерного распределения на отрезке [a, b]).

Кроме того, реализована возможность получения наглядной информации о приходе дольщиков по каждому типу квартир при соответствующем статусе.

Активный класс Main

И в заключении, разработан активный класс **Main**, обеспечивающий возможность добавлять и удалять реплицированные объекты класса **House**, выбирать различные типы зданий, устанавливать разные начальные даты строительства и получать текущую информацию о финансовых средствах полученных от дольщиков – физических лицах. На рисунке 3 приведены примеры запуска моделей с 4-мя реплицированными объектами – многоквартирными домами. При проведении имитационных экспериментов с идентичными данными для моделей, совершенно очевидно, что единый инвестор имеет возможность провести комплексную застройку, частично, за счет перераспределения финансовых поступлений от дольщиков на различных объектах.

The screenshot displays the 'Main' class interface with four building simulation panels and a table of apartment types.

Top Panel (Main Building):

- Начало строительства: 01/01/2008
- Текущая дата: 20/11/2008
- Тип здания: 1 2 3
- Цена застройщика: 30.0
- Статус строительства: Возведение коробки
- Итоговая сумма: 0
- Рыночная цена: 29,311

Table of Apartment Types:

Тип	Количество однокомнатных квартир - 30, метраж - 40	Количество двухкомнатных квартир - 30, метраж - 50	Количество трехкомнатных квартир - 30, метраж - 60	Количество четырехкомнатных квартир - 30, метраж - 70
Тип 1	Количество однокомнатных квартир - 25, метраж - 45	Количество двухкомнатных квартир - 25, метраж - 55	Количество трехкомнатных квартир - 25, метраж - 65	Количество четырехкомнатных квартир - 25, метраж - 75
Тип 2	Количество однокомнатных квартир - 35, метраж - 50	Количество двухкомнатных квартир - 35, метраж - 60	Количество трехкомнатных квартир - 35, метраж - 70	Количество четырехкомнатных квартир - 35, метраж - 80
Тип 3				

Bottom Panels (Replicated Buildings):

- Building 1 (Red):**
 - Начало строительства: 01/02/2008
 - Текущая дата: 20/11/2008
 - Тип здания: 1 2 3
 - Цена застройщика: 26.0
 - Статус строительства: Возведение коробки
 - Итоговая сумма: 17,654
- Building 2 (Blue):**
 - Начало строительства: 01/03/2008
 - Текущая дата: 20/11/2008
 - Тип здания: 1 2 3
 - Цена застройщика: 32.0
 - Статус строительства: Возведение коробки
 - Итоговая сумма: 0
- Building 3 (Grey):**
 - Начало строительства: 01/04/2008
 - Текущая дата: 20/11/2008
 - Тип здания: 1 2 3
 - Цена застройщика: 28.0
 - Статус строительства: Возведение коробки
 - Итоговая сумма: 14,700

А

Начало строительства 01/01/2008
Текущая дата 20/11/2008
Тип здания 1 2 3
Цена застройщика 30.0
Уход дольщиков
Статус строительства Возведение коробки
Итоговая сумма 0
Выплаченная зарплата 2,900

Реплицирование
Удаление
Начальная дата моделирования 01/01/2008
Старт
Текущая дата моделирования 21/11/2008
Рыночная цена 29,311

Общий доход 38,374
Выплаченная зарплата 9,490
Начальные инвестиционные средства (руб.) 20000000

Тип	Количество однокомнатных квартир	Количество двухкомнатных квартир	Количество трехкомнатных квартир	Количество четырехкомнатных квартир	Метраж
Тип 1	30	30	30	30	40
Тип 2	25	25	25	25	45
Тип 3	35	35	35	35	50

Начало строительства 01/02/2008
Текущая дата 20/11/2008
Тип здания 1 2 3
Цена застройщика 26.0
Статус строительства Возведение коробки
Итоговая сумма 23,478
Выплаченная зарплата 2,445

Начало строительства 01/03/2008
Текущая дата 20/11/2008
Тип здания 1 2 3
Цена застройщика 32.0
Уход дольщиков
Статус строительства Возведение коробки
Итоговая сумма 0
Выплаченная зарплата 2,200

Начало строительства 01/04/2008
Текущая дата 20/11/2008
Тип здания 1 2 3
Цена застройщика 28.0
Статус строительства Возведение коробки
Итоговая сумма 14,896
Выплаченная зарплата 1,945

В

Рис. 3. Примеры запуска класса Main с 4-мя реплицированными объектами, а) [модель комплексной застройки независимыми инвесторами](#); б) [модель комплексной застройки одним инвестором](#).

Заключение

Разработаны имитационные модели, позволяющие оценить интервалы и объем поступления финансовых средств от физических лиц, участвующих в долевом строительстве, возможность ухода дольщиков, обеспечение заработной платой строительных бригад, соблюдение сроков возведения жилья, также оценить возможность ухудшения социальной обстановки в регионе, инициированной недовольными дольщиками при различных вариантах комплексной застройки.