МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОХОДА И ДИНАМИКИ ПРОДАЖ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА НА ПРИМЕРЕ НОВОСТРОЕК г. Перми

А.А. Черепанова
С.В. Ивлиев
Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь

Участники экономической системы – компания, отрасль или даже национальное хозяйство в целом – постоянно ощущают потребность в средствах, необходимых для создания и расширения, реконструкции и технического перевооружения. В связи с этим инвестиционную среду можно назвать зоной общественного развития. Благодаря инвестированию участники экономической системы, включённые в инвестиционный процесс, получают необходимые для своего развития ресурсы.

Строительство жилых домов также требует существенных вложений, поэтому возведение новостроек можно назвать инвестиционным проектом. Новостройка сама по себе достаточно крупный объект инвестирования с большим количеством субъектов – участников инвестиционного проекта. Каждый из них вкладывает определенную часть средств в этот проект, желая в дальнейшем получить прибыль. Застройщику, как участнику инвестиционного проекта, получающему все инвестиции, необходимо понимать, когда он сможет расплатиться с инвесторами (а также с поставщиками стройматериалов и комплектующих). Для этого ему необходимо знать, в каком количестве и в какой из моментов времени начиная с начала продаж и заканчивая заключением последней сделки будет произведено поступлений с продаж.

Поэтому проблема оценки дохода и моделирование динамики продаж – одна из самых острых и *актуальных* проблем. Данное исследование позволит выявить периоды, в течение которых застройщик может ожидать приток капитала с продажи квартир.

Цель исследования: построить модель дохода и динамики продаж квартир в новостройках города Перми.

Основными задачами являются:

- четкое описание поставленной задачи;
- классификация экономико-математических методов и моделей;
- анализ программных продуктов, позволяющих построить экономико-математические модели;

© Черепанова А.А., Ивлиев С.В., 2014

- описание построенной модели;
- анализ полученных результатов.

В соответствии с тем, что в поставленной задаче моделирования бизнес-процесса не известен временной интервал между звеньями системы и многие потоки не являются дискретными, а субъектами в модели признаются не агенты, а их агрегаты, то в наибольшей степени для решения поставленной задачи подойдет такая парадигма имитационного моделирования, как системная динамика.

В результате анализа программных продуктов был выбран AnyLogic в силу поддержки объектно-ориентированного языка программирования Java и встроенного аппарата многопараметрической оптимизации, а также расширенной возможности по экспериментированию и созданию интерфейса и анимации процесса.

Описание модели

С учётом особенностей предметной области рассматриваемая задача оценки дохода и динамики продаж инвестиционного проекта формализована следующим образом (рис. 1):

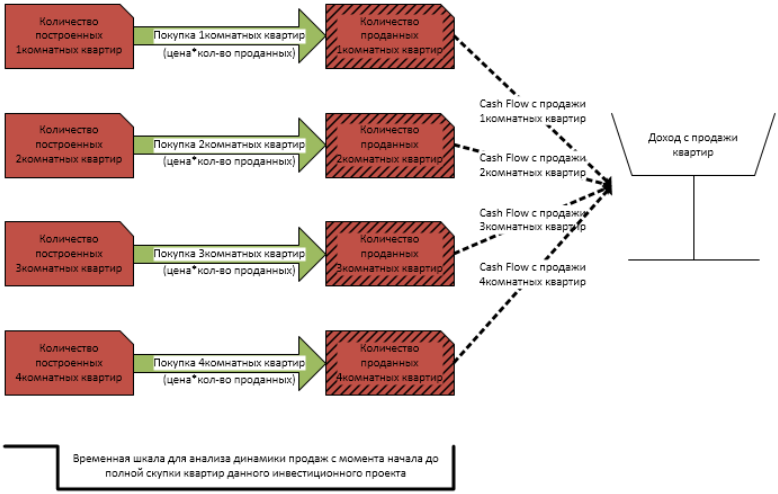

Рис. 1. Формализация решаемой задачи

Стоит отметить, что в модели присутствует дифференциация по районам города Перми и по видам квартир в зависимости от количества комнат в них. Для каждого из четырех видов квартир предусмотрен свой

массив цен в зависимости от того, в каком районе города рассматривается инвестиционный проект.

Целевой показатель

В рамках поставленной задачи необходимо выяснить, на каком этапе и в каком количестве будет поступать денежный поток с продажи квартир. Для этого в качестве целевого был выбран интегральный показатель дохода с продажи квартир в зависимости от количества комнат в квартире.

Потоковый тип модели

В силу того, что рассматриваемая система включает в себя движение денежных средств (с момента начала продаж квартир в строящемся доме и до продажи последней квартиры в новостройке), исследуемый процесс моделируется (в соответствии с выбранной парадигмой) как непрерывный. За единицу времени принят 1 месяц.

Благодаря потоковому типу для более детального анализа динамики продаж предусмотрены графические интерпретаторы – потоковые переменные, указывающие на количество проданных квартир в каждый момент времени. В модели присутствует 4 потоковых переменных, соответствующих потоку продаж одно-, двух-, трех- и четырехкомнатных квартир.

В соответствии с [2, 4] значение каждой из потоковых переменных задано нормальным распределением. В силу отсутствия в программном продукте AnyLogic встроенной функции нормального распределения, был использован самый распространенный способ получения генератора нормального распределения – алгоритм Бокса-Миллера [1]:

```
private double randE(double mu, double sigma){
double x, y, s;
do {
   x = Math.random() * 2 - 1;
   y = Math.random() * 2 - 1;
   s = Math.pow(x, 2) + Math.pow(y, 2);
 } while (s > 1);
 double z;
 z = x * Math.sqrt((-2 * Math.log(s)) / s);
 if (mu + sigma*z > 0){
  return mu + sigma * z;
 } else {
  return 0;
 }
}
```

Данный алгоритм представляет собой функцию с параметрами математическое ожидание и дисперсия, в теле которой объявляются локальные переменные, используемые при вызове функции стандартной библиотеки в теле цикла с постусловием. Данная функция при каждом вызове выдает значения равномерного распределения на интервале (0,1).

Ограничения

В связи с тем, что в плане строящегося дома предусмотрено конкретное количество одно-, двух-, трех- и четырехкомнатных квартир, в модели наложены ограничения на количество продаваемых квартир. Кроме того, вышеописанное ограничение влечет за собой ограничение на поток. В силу того, что количество квартир ограничено, потоковая переменная обнуляется в случае, если количество проданных квартир равно количеству созданных.

Параметры модели

Параметрами в данной модели является количество одно-, двух-, трех- и четырехкомнатных квартир. Кроме этого, параметром модели является дата начала продажи. Параметрами модели также являются районы города Перми. Кроме того, динамическими параметрами модели являются и цены на жилье. Статистика по ценам, взятая из источников [3, 5, 6], разделена на 4 массива в зависимости от количества комнат в квартире.

Таким образом, при решении поставленной задачи, в соответствии с вышесказанным, была построена модель (рис. 2).

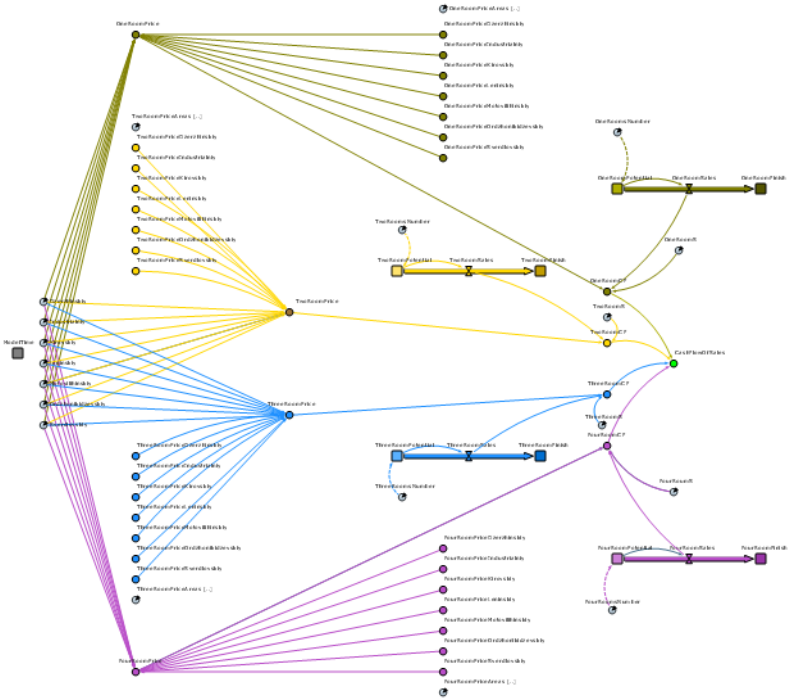

Рис. 2. Модель дохода и динамики продаж

Анализ модели

С учетом выбранной парадигмы имитационного моделирования и проведенного анализа программных продуктов была построена модель дохода и динамики потоков инвестиционного проекта (строительство жилого здания).

Поскольку информация о финансовом состоянии застройщиков и потоках его поступлений не находится в общем доступе, верификация модели является очень сложной и бесполезной в данном случае процедурой.

Для анализа результатов, получаемых с использованием модели, рассмотрим инвестиционный проект – новостройку в Свердловском районе на ул. Холмогорская, 2в; начало строительства (продаж) – 1 кв. 2008 г.; дата сдачи – 4 кв. 2009 г.

Количество однокомнатных квартир в рассматриваемой новостройке – 22 шт. Как видно из результатов имитации, все однокомнатные квартиры были раскуплены еще до момента сдачи новостройки – в декабре 2008 г.

Большую прибыль с реализации однокомнатных квартир можно получить при начале строительства и через год. Это объясняется высоким спросом на такие квартиры, большинство из которых скупают агентства недвижимости для дальнейшей перепродажи.

По данным имитации динамики продаж спрос на двухкомнатные квартиры также очень высок. Аналогично ситуации с однокомнатными квартирами все двухкомнатные квартиры были распроданы еще до момента сдачи новостройки: последние продажи приходятся на второй квартал 2009 года. Однако здесь в сравнении с однокомнатными квартирами нет такого высокого скачка в продажах до уровня трех квартир. Это можно объяснить тем, что стоимость двухкомнатной квартиры выше стоимости однокомнатной в силу большей площади (хоть и при меньшей цене за квадратный метр).

Что касается трехкомнатных и четырехкомнатных квартир, то спрос на данный вид жилья не столь высок как на однокомнатные и двухкомнатные квартиры, поэтому и такого ажиотажа с продажами нет. Большая часть квартир такого вида распродано до момента окончания строительства. Однако стоит заметить, что после сдачи новостройки были проданы еще одна трехкомнатная квартира и две четырехкомнатные. Скорее всего, такую динамику продаж можно объяснить следующим. Подобные квартиры покупают физические лица (семьи), желающие расширить жилищную площадь. Однако не все могут позволить себе купить такую дорогую квартиру сразу. Для многих семей покупка новой квартиры связана с продажей старой. В связи с этим некоторым просто не выгодно ждать (в силу того, что, может быть, негде жить) момента завершения строительства, так как есть потребность въехать в уже построенную и только что купленную квартиру. Это и обуславливает спрос и динамику продаж на трехкомнатные и четырехкомнатные квартиры.

Проанализировав динамику продаж, рассмотрим график дохода (рис. 3).

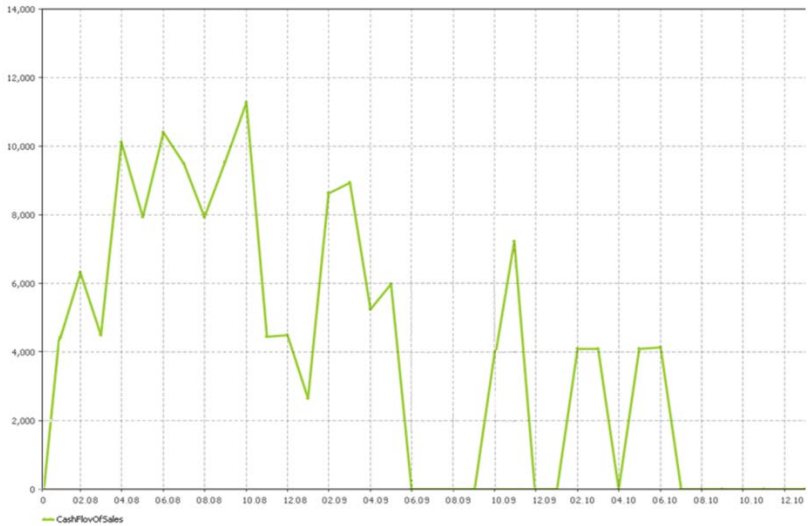

Рис. 3. Доход с продажи квартир

Из графика дохода и графиков динамики продаж видно следующее:

1. самый высоких доход наблюдается в первый год строительства: в период продажи однокомнатных квартир наряду с продажей всех остальных видов квартир;
2. после продажи всех однокомнатных квартир, в январе 2009 года наблюдается существенный спад дохода с продаж;
3. однако уже на рубеже первого и второго кварталов 2009 наблюдается рост дохода, своего рода, вторая волна продаж;
4. после продажи всех двухкомнатных квартир доход опустился до отметки 0, и дальнейший его рост возник непосредственно перед самой сдачей новостройки. Наблюдаются скачки в ноябре 2009. В этот момент зафиксирована продажа двух четырехкомнатных квартир. И дальнейшие набольшие скачки, характеризующиеся продажами оставшихся квартир;
5. в июле 2010 года все квартиры проданы и доход застройщика на дальнейшем интервале равен 0.

Таким образом, в результате совершенных действий была построена модель, описывающая доход и динамику продаж такого инвестиционного проекта, как возведение новостройки, для понимания застройщиком того, когда он сможет расплатиться с инвесторами. Построенная в работе модель позволяет выявить периоды поступлений с продаж. Модель также показывает доход, на основе которого можно вычислить и его прирост. Благодаря построенной модели лицо, принимающее решение, может

построить некий тактический или даже стратегический план по погашению задолженностей перед инвесторами, а также поставщиками стройматериалов и комплектующих.

В силу отсутствия в общем доступе статистики по продажам квартир, построенная модель имеет одно существенное допущение: продажи квартир подчиняются нормальному закону распределения. Однако при наличии таких статистических данных на основе генеральной совокупности можно построить распределение, модельные значения которого будут приближены к реальным. В таком случае и модель будет выдавать результаты, более приближенные к реальным.

Сымитировав продажи в новостройке на ул. Холмогорская, 2в Свердловского района было выявлено следующее:

- все однокомнатные и двухкомнатные квартиры были распроданы еще до окончания строительства в силу высокого спроса на них;
- на момент сдачи дома остались непроданными одна трехкомнатная и две четырехкомнатные квартиры, что говорит о нехватке у населения средств для покупки таких квартир.

Подобные выводы можно получить по любому инвестиционному проекту.

Список литературы

1. Ж*уков А.А.* Динамическая модель равновесия рациональных ожиданий на рынке не вполне ликвидного товара// Электронный научный журнал – Управление экономическими системами, 2012 г. «http://www.uecs.ru»
2. Пермский портал о недвижимости «http://www.metrosphera.ru»
3. *Поспелов И.Г., Жукова А.А.* Стохастическая модель торговли неликвидным товаром// ТРУДЫ МФТИ, Том 4 – №2. 2012. с. – 131 – 147 «http://mipt.ru»
4. REZON// Недвижимость Перми и Пермского края «http://www.rezon-realty.ru/»
5. Ситистарт// Недвижимость города Перми «http://www.permcs.ru»
6. http://en.wikipedia.org»