

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА РЫНКЕ УСЛУГ СОТОВОЙ СВЯЗИ****А. В. Облакова (Москва)**

Рынок сотовой связи в настоящий момент является одним из крупнейших по величине инвестиционных вложений в России. Дальнейшее развитие отрасли мобильных телекоммуникаций напрямую зависит от объема инвестиционных вложений компаний, оказывающих услуги сотовой связи. Реализация инвестиционных проектов в сфере сотовой связи осуществляется в условиях повышенной неопределенности, что приводит к возникновению у инвестиционного проекта нескольких сценариев реализации. Одним из наиболее обоснованных современных подходов к анализу и оценке эффективности и рисков инвестиционных проектов является имитационное моделирование. Имитационное моделирование позволяет наиболее полно учесть и количественно оценить все риски, возникающие в процессе реализации инвестиционного проекта [1].

Существует несколько подходов к учету проектных рисков. Одним из наиболее распространенных является включение рисков премий в ставку дисконтирования при расчете критериев эффективности инвестиционного проекта. В результате анализа «Методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования» («МР») [2] был сделан вывод о недостаточной проработанности вопроса учета многообразия проектных рисков в сфере сотовой связи. Из всего спектра проектных рисков процесс определения рисков премии в «МР» описан только для трех разновидностей риска: «странового» риска, риска недобросовестности участников проекта и риска недополучения предусмотренных проектом доходов. Важно отметить, что при оценке эффективности инвестиционного проекта на рынке услуг сотовой связи целесообразным считается принимать во внимание все сопутствующие инвестиционному проекту риски. В связи с этим предложено дополнить «МР» установлением рисков премий за каждый риск, присутствующий на той или иной стадии реализации инвестиционного проекта в сфере услуг сотовой связи.

Для установления рисков премий в процессе анализа инвестиционных проектов сферы сотовой связи можно исходить из двух различных вариантов уточнения «МР»:

1) на основе дифференциации уровней рисков, предложенной в «МР», и анализа проектных рисков на рынке сотовой связи произвести группировку факторов по величине риска. В соответствии с этой методикой, исследователь определяет рисковую надбавку на основании таблицы, содержащей сгруппированные факторы анализируемого риска;

2) в связи с отсутствием в «МР» обоснования установленных рисков премий в зависимости от уровня риска использовать экспертный метод определения рисков надбавки по каждому виду риска сферы оказания услуг сотовой связи.

Применение второй методики основано на присвоении каждому из факторов риска ранга от 1 до 4 (1 – низкий риск, 2 – средний риск, 3 – высокий риск, 4 – очень высокий риск). Итоговый ранг по каждому риску определяется как простое среднее арифметическое рангов, установленных всеми экспертами для данного вида риска, и округленная в большую сторону с целью рассмотрения пессимистического варианта. Затем количество наблюдений в каждом столбце взвешивается по рангу и определяется общая сумма баллов, после чего рассчитывается среднее число баллов, где каждый балл соответствует определенному уровню рисков премии. Для абсолютно новых инвестиционных проектов предлагается устанавливать следующее соответствие: 1 балл равен 5% рисков премии. Это позволит придерживаться схемы, соответствующей уровням рисков надбавки в «МР». В случае, когда у экспертов имеется опыт анализа

инвестиционных проектов, подобных рассматриваемому, соответствие баллов уровню рисковей премии определяется экспертами коллегиально.

Одним из важнейших этапов применения имитационного моделирования в инвестиционном анализе является формирование математической модели денежных потоков при реализации инвестиционного проекта на рынке сотовой связи, на основе которой осуществляется оценка эффективности и рисков рассматриваемого проекта [3].

В связи с высокой стоимостью реализуемых на рынке сотовой связи инвестиционных проектов сотовые операторы часто прибегают к привлечению заемных ресурсов. В исследовании предлагается рассмотреть различные схемы финансирования инвестиционных проектов на рынке сотовой связи: собственное финансирование и финансирование с привлечением заемных средств. В связи с этим модели денежных потоков от реализации инвестиционного проекта будут отличаться. Модели для схемы собственного финансирования инвестиционного проекта обозначим буквой «а», для финансирования с привлечением заемных средств – буквой «б».

Кроме того, предлагается использовать два типа моделей, первый из которых основывается на усредненных показателях за период, а второй – на усредненных показателях в расчете на одного абонента. Первый тип моделей будет обозначаться цифрой «1», второй – цифрой «2». Рассмотрим предлагаемые модели на основе критерия чистого приведенного дохода:

Модели 1		Модели 2	
Переменные моделей			
$n_{i,t}$	Число исходящих звонков $i$ -го типа за $t$ -й период	$E_{lab,t}$	Расходы на одного абонента в $t$ -м периоде
$w_{i,t}$	Продолжительность $i$ -го типа исходящего звонка за $t$ -й период	$w_{i,t}$	Продолжительность $i$ -го типа исходящего звонка за $t$ -й период в расчете на одного абонента
$p_{i,t}$	Цена минуты исходящего звонка $i$ -го типа в $t$ -м периоде	$p_{i,t}$	Цена минуты исходящего звонка $i$ -го типа в $t$ -м периоде
$b_{j,t}$	Число исходящих сообщений $j$ -го типа в $t$ -м периоде	$b_{j,t}$	Число исходящих сообщений $j$ -го типа в расчете на одного абонента в $t$ -м периоде
$q_{j,t}$	Цена исходящего сообщения $j$ -го типа в $t$ -м периоде	$q_{j,t}$	Цена исходящего сообщения $j$ -го типа в $t$ -м периоде
$g_{k+1,t}$	Объем переданных данных в $t$ -м периоде	$g_{k+1,t}$	Объем переданных данных в расчете на одного абонента в $t$ -м периоде
$l_{k+1,t}$	Стоимость передачи единицы данных в $t$ -м периоде	$l_{k+1,t}$	Стоимость передачи единицы данных в $t$ -м периоде
$g_{m,t}$	Число прочих оказанных услуг $m$ -го типа в $t$ -м периоде (начиная с $m = k + 2$ )	$g_{m,t}$	Число прочих оказанных услуг $m$ -го типа в расчете на одного абонента в $t$ -м периоде (начиная с $m = k + 2$ )
$l_{m,t}$	Стоимость единицы прочих оказанных услуг $m$ -го типа в $t$ -м периоде (начиная с $m = k + 2$ )	$l_{m,t}$	Стоимость единицы прочих оказанных услуг $m$ -го типа в $t$ -м периоде (начиная с $m = k + 2$ )

Параметры моделей	
$c_{i,t}$	Себестоимость минуты исходящего звонка $i$ -го типа в $t$ -м периоде
$d_{j,t}$	Себестоимость исходящего сообщения $j$ -го типа в $t$ -м периоде
$s_{k+1,t}$	Себестоимость передачи единицы данных в $t$ -м периоде
$s_{m,t}$	Себестоимость единицы прочих оказанных услуг $m$ -го типа в $t$ -м периоде (начиная с $m = k + 2$ )
$F_t$	Постоянные издержки в $t$ -м периоде
$A_t$	Величина амортизационных отчислений в $t$ -м периоде
$T_t$	Ставка налога на прибыль в $t$ -м периоде
$I_t$	Инвестиционные затраты в $t$ -м периоде
$r$	Ставка дисконтирования
$N$	Срок реализации инвестиционного проекта
$Z_t$	Полученные заемные средства в $t$ -м периоде
$h_{1,t}$	Процентная ставка по кредиту в $t$ -м периоде
$h_{2,t}$	Ставка рефинансирования Центрального Банка РФ в $t$ -м периоде
$L_t$	Погашение суммы основного долга в $t$ -м периоде
	$V_t$ Число абонентов сотового оператора в $t$ -м периоде

Модель 1а

$$NPV = f(n_{i,b}, w_{i,b}, p_{i,b}; b_{j,b}, q_{j,b}, g_{m,b}, l_{m,b}, c_{i,b}, d_{j,b}, s_{m,b}, I_b, r, F_b, A_b, T_b);$$

Модель 2а

$$NPV = f(w_{i,b}, p_{i,b}; b_{j,b}, q_{j,b}, g_{m,b}, l_{m,b}, E_{1ab,b}, V_b, c_{i,b}, d_{j,b}, s_{m,b}, I_b, r, F_b, A_b, T_b);$$

Модель 1б

$$NPV = f(n_{i,b}, w_{i,b}, b_{j,b}, g_{m,b}, p_{i,b}; q_{j,b}, l_{m,b}, c_{i,b}, d_{j,b}, s_{m,b}, I_b, r, F_b, A_b, T_b, h_{1,b}, h_{2,b}, Z_b, L_b);$$

Модель 2б

$$NPV = f(w_{i,b}, b_{j,b}, g_{m,b}, p_{i,b}; q_{j,b}, l_{m,b}, E_{1ab,b}, V_b, c_{i,b}, d_{j,b}, s_{m,b}, I_b, r, F_b, A_b, T_b, h_{1,b}, h_{2,b}, Z_b, L_b);$$

Для апробации предлагаемых моделей был выбран инвестиционный проект «Установка башни связи в Краснодарском крае». Срок реализации проекта – 3 года. Объем инвестиционных затрат – 5,25 млн. руб. Реализация инвестиционного проекта предполагает финансирование за счет собственных средств, однако для сравнения рассмотрен вариант 70%-го заемного финансирования.

В качестве случайных переменных модели были выбраны следующие: ежемесячный трафик в расчете на одного абонента (*MOU*), затраты операторов на одного абонента (*SAC*), число sms- и mms-сообщений в расчете на одного абонента, объем передаваемых данных в расчете на одного абонента и стоимость оказываемых услуг (стоимость минуты исходящих вызовов, стоимость отправки одного sms- и mms-сообщения, стоимость передачи единицы данных).

На основе имеющихся исторических данных о *MOU* и *SAC* методами математической статистики были подобраны теоретические распределения и построены вероятностные модели этих переменных, а именно:

- модель прогнозирования продолжительности исходящих вызовов в расчете на одного абонента:  $MOU \sim N(139,89; 169,29)$ ;
- модель прогнозирования затрат в расчете на одного абонента:  $SAC \sim N(17,2; 1,41)$ .

В связи с отсутствием статистики об объеме передаваемых данных и количестве sms- и mms-сообщений, приходящихся на одного абонента, и невозможностью определения эмпирического распределения сделаем предположение о равномерности распределения данных случайных величин на интервале от 12 до 14 sms-сообщений, от 0 до 1 mms-сообщений, от 3 до 5 Мбайт данных на одного абонента в месяц, основываясь на данных АС&М [4].

Значения переменных модели, описывающих стоимость оказываемых услуг, будут выбираться случайным образом из набора наиболее распространенных тарифных планов сотового оператора.

Для проведения имитационных экспериментов для каждой случайной переменной был определен размер выборки, обеспечивающий репрезентативность. Так, для *SAC* он составил 790, а для *MOU* – 769. С учетом схем финансирования для каждого критерия эффективности было рассчитано необходимое число имитационных экспериментов. Так, при 100%-м собственном финансировании инвестиционного проекта получили: для *NPV* – 947 шт. при погрешности в 300 тыс. руб., для *IRR* – 831 шт. при погрешности 0,02, для *PI* – 927 при погрешности 0,06. При использовании заемных средств получили следующее: для *NPV* – 776 шт. при погрешности в 300 тыс. руб., для *IRR* – 906 шт. при погрешности 0,06, для *PI* – 898 при погрешности 0,17.

В результате проведения имитационных экспериментов получили соответствующие выборки критериев эффективности, которые были проанализированы методами математической статистики. На примере критерия чистого приведенного дохода рассмотрим полученные результаты. *NPV* распределен нормально для обеих схем финансирования, что позволяет воспользоваться «правилом трех сигм» для оценки рисков анализируемого проекта:

Собственное финансирование (руб.)	Финансирование с привлечением заемных средств (руб.)
С вероятностью 68,3% в диапазоне $m \pm d$ , то есть в интервале (11 319 481,07; 22 024 112,26)	С вероятностью 68,3% в диапазоне $m \pm d$ , то есть в интервале (8 754 510,38; 17 827 067,37)
С вероятностью 94,5 % в диапазоне $m \pm 2d$ , то есть в интервале (5 967 165,47; 27 376 427,86)	С вероятностью 94,5 % в диапазоне $m \pm 2d$ , то есть в интервале (4 218 231,88; 22 363 345,87)
С вероятностью 99,7% в диапазоне $m \pm 3d$ , то есть в интервале (614 849,87; 32 728 743,46)	С вероятностью 99,7% в диапазоне $m \pm 3d$ , то есть в интервале (-318 046,61; 26 899 624,36)

где  $m$  – математическое ожидание  $NPV$ ;  $d$  – стандартное отклонение  $NPV$ .

Рассматриваемый инвестиционный проект по установке башни связи в Краснодарском крае характеризуется высокими показателями эффективности и низкими рисками. Вероятность получения отрицательного  $NPV$  равна 0,00035 для схемы собственного финансирования и 0,0017 для схемы с привлечением заемных средств. На основе проведенного анализа можно рекомендовать инвестиционный проект к реализации.

### Литература

1. **Трегуб И. В.** Имитационное моделирование. М.: Финакадемия, 2007.
2. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. М.: Экономика, 2000.
3. **Трегуб И. В.** Прогнозирование экономических показателей на рынке дополнительных услуг сотовой связи. М.: Изд-во ПСТМ, 2009.
4. [www.acm-consulting.com](http://www.acm-consulting.com)