

Имитационное моделирование в анализе инвестиционного проекта

Н.Н. Одияко,

доц., доцент кафедры математики и моделирования, Владивостокский государственный университет экономики и сервиса (690014, Россия, г. Владивосток, ул. Гоголя, 41; e-mail: odiaiko@yandex.ru)

С.М. Гриванова,

канд. техн. наук, проф., профессор кафедры экологии, Владивостокский государственный университет экономики и сервиса (690014, Россия, г. Владивосток, ул. Гоголя, 41; e-mail: svetlana.grivanova@vvsu.ru)

А.Г. Гузенко,

канд. техн. наук, доц., доцент кафедры математики и моделирования, Владивостокский государственный университет экономики и сервиса (690014, Россия, г. Владивосток, ул. Гоголя, 41; e-mail: sakinat77@ya.ru)

Аннотация. Инвестиционный процесс - явление сложное, многоаспектное и противоречивое. В связи с этим неизбежно возникает вопрос об управлении инвестициями и инвестиционными проектами. Процедура оценки рисков инвестиционных проектов является неотъемлемой частью процесса расчёта их экономической эффективности. Эффективность рассматриваемого проекта в целом рассчитывалась с целью определить потенциальную привлекательность проекта для возможных участников и найти источники его финансирования.

Abstract. Investment process is a complex, multifaceted and contradictory phenomenon. Due to this inevitably arises the question of the management of the investments and investment projects. The procedure of risk assessment of investment projects is an integral part of the process of calculating their cost-effectiveness. The effectiveness of the considered project was calculated in order to determine the potential attractiveness of the project to potential participants and find sources of funding.

Ключевые слова: инвестиционный проект, анализ эффективности, риски, имитационное моделирование.

Keywords: investment project, analysis of the effectiveness, risks, simulation modeling.

Инвестиционный процесс - явление сложное, многоаспектное и противоречивое. В связи с этим неизбежно возникает вопрос об управлении инвестициями и инвестиционными проектами, которое объективно связано с необходимостью оценки их эффективности. Эта оценка зависит от внутренних характеристик проекта - вида продукции, ее качества, рыночного спроса, технологий производства и пр., а также от внешних по отношению к проекту условий политической стабильности в стране, системы налогообложения, инвестиционной политики, квалификации рабочей силы, инвестиционной привлекательности проекта и тому подобное. Все это приводит к необходимости учитывать в инвестиционной политике множество микро- и макроэкономических факторов и рассчитывать значения множества показателей [6].

Инвестиционная деятельность во всех формах и видах сопряжена с риском, который представлен вероятностью возникновения непредвиденных финансовых потерь, в виде снижения капитала или утраты дохода вследствие неопределенности условий инвестирования.

Стремление к корректной оценке рисков считается одной из фундаментальных идей современной экономики. Применение разнообразных методов позволяет уменьшить число ошибок, ограничивает иррациональную деятельность за счёт оптимального выбора инвестиционных решений. Процедура оценки рисков инвестиционных проектов является неотъемлемой частью процесса расчёта их экономической эффективности.

Эффективность проекта в целом рассчитывается с целью определить потенциальную привлекательность проекта для возможных уча-

стников и найти источники его финансирования [4, 9, 10].

В ходе работы была проанализирована эффективность реализации инвестиционного проекта открытие новой аптеки в городе Владивостоке. В качестве инвестиций будут задействованы собственные средства организации, а именно часть чистой прибыли, предназначенной для развития компании.

Новая аптека будет реализовать по розничным ценам фармацевтический товар шести категорий: лекарственные средства, парафармацевтика, контактные линзы и аксессуары, биологические активные добавки, изделия медицинского назначения, ветеринарные препараты. Аптечные услуги будут предоставлены как конечным, так и промежуточным потребителям.

Успех аптечного бизнеса на 50% зависит от места расположения аптеки, на 30% - от персонала, который умеет работать и общаться с людьми, 10% - от конкурента, находящегося рядом, от рекламной политики и цены [5].

При поиске подходящего места расположения будущей аптеки учитывался главный фактор - большое скопление людей. Учитывались также район города и количество существующих в нем аптек. Подходящее место было выбрано на территории строящегося крытого рынка в районе улицы Магнитогорской, владелец которого предложил принять участие в долевом строительстве в счёт будущей арендной платы. Расходы на ремонтные работы и закупку оборудования, а так же прочие расходы составят 1 919 481 рублей.

В действующих аптеках этого района сумма среднего чека варьируется от 350 рублей до 420 рублей, количество покупателей состав-

ляет 12 человек в час. Следует заметить, что в данном районе крытых рынков нет, поэтому можно сказать, что рынок будет популярен, вследствие чего посещаемость новой аптеки будет выше.

Главной маркетинговой программой компании является реклама:

- реклама в традиционных средствах массовой информации для повышения информированности потенциальных клиентов;

- реклама с помощью существующего Web-сайта для демонстрации компетентности фирмы и организации обратной связи с клиентами;

- использование сетевого маркетинга и устной рекламы, предусматривающие стимулирование существующих клиентов к привлечению новых потенциальных покупателей;

- нетрадиционные рекламные методы для повышения популярности компании путем распродаж запасов лекарств с дисконтом, участие в благотворительных мероприятиях и тому подобное.

Для оценки эффективности инвестиционного проекта рассчитали поток чистой прибыли, которую будет генерировать проект, для этого определили возможную выручку и прибыль от продаж в ближайшие пять лет. Аналитические прогнозы среднегодового уровня инфляции в 2014 - 2018 годах варьируются от 5 до 7%. Для расчетов использовали максимальное значение - 7%. Наценку на товар взяли равной 43,94%.

Получили, что количество покупателей в час постепенно возрастает с каждым годом и в 2018 году достигнет желаемого значения 15 человек в час.

Прибыль от продаж, полученная по итогам каждого года будет уменьшена на затраты, которые фирма несет ежемесячно. В перечень таких затрат входит: заработная плата работников аптеки; арендная плата, которая будет учитывать деньги, вложенные в долевое строительство; коммунальные услуги; уплату налогов (прогнозировать налог достаточно сложно, потому как аптека находится на системе ЕНВД и коэффициенты, учитывающие инфляцию, рост цен и так далее, устанавливаются правительством и местными органами власти, исходя из ряда факторов).

Расчеты показали, что по итогам 2014 года аптека останется в убытке, чистая прибыль составляет - 200 923 рубля. Однако, начиная с 2015 года, чистая прибыль аптеки будет увеличиваться и в 2018 году, предположительно, составит 5 885 386 рублей, дисконтированный период окупаемости инвестиционного проекта (DPP) составит 2 года и 7 месяцев.

Прибыль проекта с учетом дисконтирования составит 6 132 293 рублей, положительное значение NPV означает, что по результатам реализации проекта расходы на инвестированный капитал будут покрыты денежным потоком, который генерирует проект. Сумма полученного NPV представляет собой остаток свободных денежных средств в распоряжении владельца бизнеса после реализации проекта. Значение IRR равное 50%, что больше ставки дисконтирования, используемой для приведения стоимости будущих свободных денежных потоков, следовательно, инвестирование в такой проект даст положительную приведенную стоимость, то есть

проект будет иметь экономическую целесообразность. Индекс PI равен 4,19, что больше единицы и говорит об эффективности инвестиционных вложений и устойчивости проекта. По результатам анализа можно сделать вывод о целесообразности инвестирования в данный проект [3].

Анализ рисков инвестиционного проекта относится к методам повышения надежности результатов проводимых расчетов. Он не оценивает риск всего проекта, а выявляет наиболее критические его факторы. Анализ рисков проекта позволяет оценить потенциальное воздействие риска на эффективность проекта.

Цель анализа состоит в оценке того, насколько сильно изменится эффективность проекта при определенном изменении одного из исходных параметров проекта. Чем сильнее эта зависимость, тем выше риск реализации проекта, то есть незначительное отклонение от первоначального замысла окажет серьезное влияние на успех всего проекта [1].

Из многообразия рисков, которым подвергаются различные инвестиционные проекты, были отобраны наиболее свойственные фармацевтическому бизнесу: риск высокой конкуренции, изменение экономической ситуации, изменение курса валют, изменение объема первоначальных инвестиций. В силу различных обстоятельств невозможно с точностью определить необходимую сумму, поэтому важно знать, как её изменение повлияет на проект.

Был проведен анализ рисков рассматриваемого инвестиционного проекта для четырех варьируемых параметров (прибыль от продаж, ставка дисконтирования, переменные расходы, объем первоначальных инвестиций) и трех результирующих показателей (чистый дисконтированный доход (NPV), внутреннюю норму доходности (IRR) и индекс доходности (PI)).

В процессе проведения анализа значение одного из выбранных факторов варьировалось в определенном диапазоне при фиксированном значении остальных. Были рассчитаны показатели эффективности при каждом новом значении этого фактора. Этапы повторялись для каждого варьируемого фактора [8]. Согласно методике ЮНИДО параметры изменялись от минус 20% до плюс 20% с шагом 10%.

В результате изменения влияющих параметров получили новые значения показателей эффективности проекта:

- при возрастании объема инвестиций на 10% от базового уровня, значение NPV уменьшилось с 6 132 293 рубля до 5 940 345 рублей, а именно на 3%, показатель IRR также сократился на 3%, а значение PI уменьшилось на 0,38. При увеличении первоначальных инвестиций на 20% показатель NPV сократился на 6% от базового уровня, значение IRR уменьшилось на 15% и показатель PI сократился на 0,7. При уменьшении инвестиций на 10% и 20% значение NPV увеличилось на 3% и 6% соответственно, показатель IRR возрос на 4% и уменьшился на 5% от базового значения, PI увеличился на 0,47 и 1,05. Изменения показателей эффективности считаются не значительными и проект достаточно устойчив к такому виду риска;

- при изменении ставки дисконтирования, также произошли незначительные изменения. Увеличение показателя на 10% и 20% привело к

сокращению NPV на 4% и 7% соответственно, уменьшению PI на 0,11 и 0,22, значение IRR осталось неизменным (50%). Сокращение влияющего показателя увеличили NPV на 4% и 8% и значение PI на 0,12 и 25, показатель IRR по-прежнему неизменный. Проект устойчив к такому виду риска;

- изменение прибыли от продаж сильнее влияет на показатели эффективности проекта, но, не смотря на это, значение NPV осталось положительным и индекс IRR не опускался ниже ставки дисконтирования. Увеличение прибыли на 10% и 20% привело к росту NPV на 31% и 61% соответственно, к росту коэффициента PI на 0,98 и 1,95 и значения IRR на 11% и 20%. Сокращение прибыли на 10% и 20% уменьшило все показатели в том же процентном соотношении, что и при увеличении, кроме IRR, значение которого сократилось на 11% и 23% соответственно;

- самое сильное влияние на прибыльность проекта оказывают переменных расходы. При уменьшении показателя на 10% и 20% значение NPV возросло на 4 260 576 рублей и на 8 521 151 рубль, PI увеличилось на 2,2 и 4,4 и показатель IRR принял значение 73% и 92% соответственно. Рост показателя на 10% уменьшил размер NPV до 1 871 718 рублей, PI - до 1,98 и IRR - до 23%. Проект по-прежнему остается эффективным и гарантирует прибыль. Однако, при увеличении показателя на 20% NPV проекта становится отрицательным, а значение IRR теперь невозможно определить. Учитывая то, что наценка всё это время оставалась неизменной (43,94%), можно сделать вывод, что в случае роста себестоимости на 10% нет необходимости увеличивать цены и, возможно, некоторое время тем самым привлекать покупателя. При большем увеличении переменных расходов рост цен неизбежен [2].

В результате анализа было выяснено, что проект слабо подвержен инфляции и имеет небольшой запас для увеличения первоначальных инвестиций, однако, достаточно сильно реагирует на изменения прибыли от продаж и себестоимости товара, поэтому необходимо уделить особое внимание маркетинговой политике и постоянно стимулировать потребителей, используя различные акции. В случае резкого роста себестоимости стоит задуматься о поиске новых партнеров и поставщиков.

Далее в работе было применено имитационное моделирование рисков с использованием метода Монте-Карло.

Для отбора «ключевых» переменных провели анализ чувствительности по следующим переменным: средний чек, переменные расходы, количество покупателей в год, нормы дисконта. В качестве результирующего показателя взяли NPV. Согласно алгоритму определили зависимость результирующего показателя от исходных переменных [7].

Для автоматизации проведения анализа чувствительности использовалась программа Excel, для каждого параметра был создан шаблон, заполненный наиболее вероятными значениями, в котором производились расчеты с использованием функции анализа «что, если».

Почередным выбором параметра, влияние которого подвергается анализу, заполнили ячейки с варьируемым значением, заранее вы-

брав шаг (для среднего чека он равен 25 рублям, для переменных расходов - 15 рублям, для количества покупателей - 3000 человекам, для нормы дисконта 0,3%). Используя функцию анализа, получили, что значение NPV достаточно сильно реагирует на незначительные изменения среднего чека. Так, например, если средняя стоимость покупки равна 350 рублей, то чистый дисконтированный доход составит минус 825 163 рубля, однако средний чек в размере 375 рублей обеспечивает NPV в размере 3 824 361 рублей.

Построенный по результатам анализа график чувствительности позволил определить, что безубыточность достигается, когда средний чек приблизительно равен 355 рублям.

Показатель «переменные расходы» также достаточно сильно влияет на значение NPV: при уменьшении затрат на 15 рублей значение NPV возрастает на 2 789 774 рубля. Построенный график чувствительности показал, что безубыточность достигается при затратах, равным 323 рублям.

По результатам анализа количества покупателей в год можно сделать вывод, что значение NPV менее чувствительно к изменению этой переменной по сравнению с предыдущими. При уменьшении клиентов на 3000 человек результирующий показатель уменьшается всего на 1 500 672 рубля. Построенный график чувствительности является более пологим, безубыточность достигается при 28 000 человек.

Исследование последней переменной - нормы дисконта - показало, что проект меньше всего зависит от изменения уровня инфляции.

Оценивая полученные результаты можно заметить, что при одинаковом шаге в 0,3% значение NPV уменьшается с различной скоростью, а именно, при большем значении нормы дисконта скорость снижения NPV меньше. Можно сказать, что этот параметр не значительно влияет на результирующий показатель, это подтверждает построенный график чувствительности.

Таким образом, в модель вошли параметры: средняя сумма чека, переменные расходы и количество покупателей в год.

Считали, что все эти переменные имеют нормальное распределение, а вероятности сценариев определены по результатам опроса.

Вследствие имитационного моделирования получили следующие результаты:

- величина ожидаемого NPV составила 9 153 411 рублей, при этом значение NPV, полученное при анализе инвестиционного проекта, составило 6 132 293 рубля, что на 3 миллиона меньше, а это значит, что проект может оказаться более успешным и прибыльным, чем мы предполагали;

- стандартное отклонение составило 8 489 208 рублей - достаточно высокий показатель, однако, его значение меньше ожидаемого NPV и даже при таком существенном отклонении проект остается прибыльным;

- коэффициент вариации 0,9 представляет собой стандартное отклонение результирующего показателя, деленное на его ожидаемую стоимость;

- результаты вероятностного анализа показывают, что шанс получить отрицательную величину NPV не превышает 14%, а общее число отрицательных значений NPV в выборке со-

ставляет 139 из 1000, следовательно, с вероятностью 86% можно утверждать, что чистая современная стоимость проекта будет больше нуля. Вероятность того, что величина NPV окажется больше, чем $M(NPV) + \sigma$, равна 16%, а вероятность попадания значения NPV в интервал $(M(NPV) - \sigma, M(NPV))$ равна 34%.

Сумма всех отрицательных значений NPV в полученной генеральной совокупности может быть интерпретирована как чистая стоимость неопределенности для инвестора в случае принятия проекта. Аналогично, сумма всех положительных значений может трактоваться как чистая стоимость неопределенности для инвестора в случае отклонения проекта. Несмотря на всю

условность этих показателей, в целом они представляют собой индикаторы целесообразности проведения дальнейшего анализа. В данном случае они наглядно демонстрируют несоизмеримость суммы возможных убытков по отношению к общей сумме доходов.

По результатам имитационного моделирования были построены графики зависимостей между ключевыми параметрами (рис. 1). Нетрудно заметить, что существует связь между средним чеком и переменными расходами, однако количество покупателей не зависит от двух этих параметров.

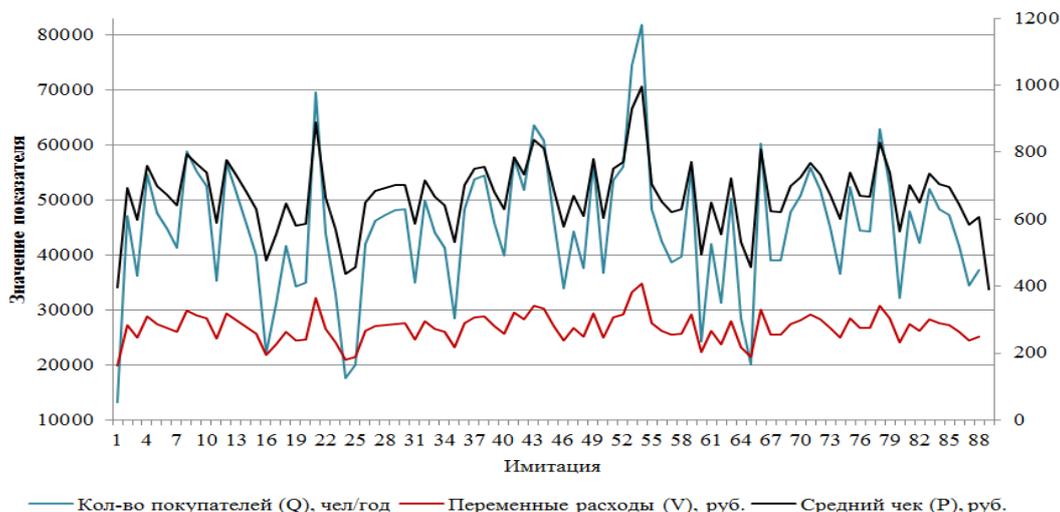


Рис. 1. Распределение значений параметров P, Q, V (V, P - вспомогательная ось).

Ниже приведен график распределения потока платежей и величины NPV (рис. 2), как и следовало ожидать, направления колебаний

здесь в точности совпадают, и между ними существует сильная корреляционная связь, близкая к функциональной.

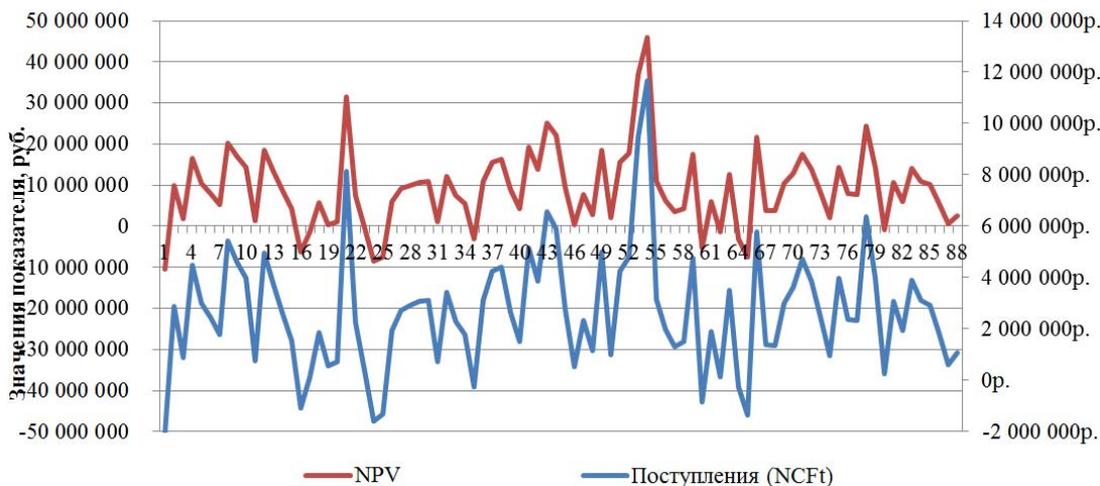


Рис. 2. Распределение значений параметров NPV и NCF (вспомогательная ось).

Определили степень тесноты связи между переменными V, Q, P, NCF и NPV используя встроенную функцию «корреляция». Полученные данные представлены в таблице 1.

Из результатов корреляционного анализа следует, что переменные расходы слабо связаны с количеством покупателей и имеют умеренную обратную корреляционную зависимость с

NCF и NPV. Величина показателя NPV напрямую зависит от величины потока платежей. Кроме

того, существует сильная корреляционная зависимость между Q и NPV, P и NPV.

Таблица 1

Матрица парных коэффициентов корреляции

Показатель	Переменные расходы (V)	Количество покупателей, чел./год (Q)	Средний чек (P)	Поступления (NCFt)	NPV
Переменные расходы (V)	1	-	-	-	-
Количество покупателей, чел./час (Q)	0,052105285	1	-	-	-
Средний чек (P)	0,895304247	0,453903655	1	-	-
Поступления (NCFt)	-0,540141318	0,891801492	0,991801	1	-
NPV	-0,543565201	0,891924904	0,991801	1	1

Для оценки адекватности полученных результатов использовали функцию «Описательная статистика». Многие из полученных характеристик были оценены ранее, поэтому были рассмотрены новые показатели.

Медиана является одной из характеристик центра распределения случайной величины, при симметричном распределении значение медианы должно быть равным или достаточно близким к математическому ожиданию. Из полученных результатов следует, что данное условие выполняется для переменных V, P, Q, NCFt и NPV (значения медиан лежат в диапазоне $(M(E) - \varepsilon; M(E) + \varepsilon)$).

Мода - наиболее часто встречающееся значение в интервале данных. Для исследуемых переменных она равна: для V = 258,32; для Q = 41265; для P = 371,91; для NCFt = 1597311,34; для NPV = 4629810,85.

Эксцесс наблюдается приблизительно одинаковым для всех переменных, таким образом, графики этих распределений будут чуть остроконечнее по сравнению с нормальной кривой.

Значения асимметричности для переменных V, P, Q отрицательные, но достаточно малы, поэтому ими можно пренебречь. Асимметрия для переменных NCFt и NPV положительная и по результатам оценки значимая (отношение коэффициента асимметрии к величине ошибки больше трех), таким образом, можно сделать вывод о правосторонней асимметрии. Для рассматриваемых переменных это можно считать положительным моментом, так как это означает, что большая часть распределения лежит выше математического ожидания, то есть большие значения NPV являются более вероятными.

Последняя характеристика - уровень надежности, который по умолчанию принят равным 0,95. При этом величина математического ожидания NPV попадет в интервал (8 891 202; 9 945 320).

Анализ корреляции и описательной статистики позволили сделать вывод о том, что все параметры, входящие в модель, адекватны.

Настоящий проект относится к разряду эффективных, реализуемых с целью получения максимальной прибыли. Проект самоокупаем, достаточно устойчив к изменению критических параметров, обладает рисками, поддающимися удержанию и не превышающими пределы обычных рисков для подобных проектов.

Метод имитационного моделирования, использованный в данной работе, дает дополнительные возможности при оценке рисков инвестиционного проекта за счет того, что позволяет генерировать множество случайных сценариев. Результат анализа выражается не каким-либо

единственным значением NPV, а вероятностным распределением всех возможных значений этого показателя. Следовательно, потенциальный инвестор будет обеспечен полным набором данных, характеризующих риски проекта.

Библиографический список:

1. Афанасьев А.М. Учет рисков и доходности альтернативных возможностей инвестирования при оценке эффективности инвестиционного проекта // Аудит и финансовый анализ. – 2008. – № 6. – С. 23-31.
2. Бадалова К.В. Управление рисками предприятий: практический инструментарий для менеджеров / К.В. Бадалова. – М.: Янус-К, 2008. – 88 с.
3. Виленский П.Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк. – М.: Дело, 2009. – 888 с.
4. Гузенко А.Г., Одияко Н.Н. Минимизация рисков и модель реализации инвестиционного проекта // Экономика и предпринимательство. – 2013. – №4. – С. 151-155.
5. Киселева Л.Г. Бизнес-планирование в деятельности аптечной организации // Аптечный бизнес. – 2008. – № 2. – С. 5-7.
6. Лукасевич И.Я. Анализ финансовых операций. Методы, модели, техника вычислений: учебное пособие для вузов. - М.: Финансы, ЮНИТИ, 2008. – 405 с.
7. Лукашов А.В. Метод Монте-Карло для финансовых аналитиков: краткий путеводитель // Управление корпоративными финансами. – 2007. – № 1. – С. 22-39.
8. Мазур И.И. Управление проектами: учебное пособие / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро, Н.Г. Ольдерогге. - М.: Омега - Л, 2010. – 664 с.
9. Мартышенко Н.С., Мартышенко С.Н. Оптимизация структуры инвестиций в региональные туристические проекты // Регион: экономика, социология – 2008. – №3. – С. 23-32.
10. Мартышенко Н.С., Мартышенко С.Н., Гусев Е.Г. Модели формирования структурных сдвигов регионального туристского комплекса // Регион: экономика и социология. – 2007. – №4. – С. 166-177.