

### 3.3. МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ВНЕШНЕ- ТОРГОВОЙ СТРАТЕГИИ ОРГАНИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ МЕТОДОМ ДИНАМИКИ СРЕДНИХ

Мартыанова О.В., к.э.н., докторант

*Орловский государственный институт  
экономики и торговли*

Основным инструментом анализа эффективности внешнеторговых операций в условиях неопределенности являются математические модели, построение которых есть плод искусства грамотного компромисса между возможностями менеджмента организации и потребностями владельца бизнеса. В статье предложена экономико-математическая модель оценки эффективности изменений внешне-торговой стратегии организации, основанная на использовании как количественных методов анализа в процессе принятия решений, так и инструментария исследования марковских процессов, дающих полное представление о поведении организации или ее структурного подразделения за исследуемый промежуток времени.

В современных условиях, когда странами Запада введены санкции против Российской Федерации, организации, осуществляющие внешнеторговую деятельность, вынуждены не только оценивать эффективность потенциальных контрактов, но и пересматривать ее по уже действующим соглашениям. Инструментарий экономических санкций является малопродуктивным и полностью прекратить внешнеторговые отношения в предпринимательской деятельности они не смогут. Этот факт подтверждает количество международных контрактов, заключенных на Петербургском экономическом форуме в июне 2015 г. – 205 соглашений на сумму более 293,4 млрд. руб., из них 29 только российско-китайских соглашений на сумму триллион долларов. Представители 120 стран приняли участие в форуме, 200 руководителей иностранных компаний из Греции, Китая, Монголии, Бахрейна, Ирака, Саудовской Аравии вели переговоры на площадках форума с представителями российского бизнес-сообщества [7].

Согласно данным мониторинга Министерства экономического развития РФ (Минэкономразвития РФ) падение валового внутреннего продукта (ВВП) РФ в мае 2015 г. составило 4,9% по сравнению с аналогичным месяцем 2014 г., а экономика сократилась на 3,2% с начала года. Наибольшее влияние на снижение ВВП оказал спад в обрабатывающем производстве, в оптовой и розничной торговле. По итогам 1-го квартала 2015 г. положительный вклад в экономику внесли добывающая отрасль, сельское хозяйство, производство и распределение электроэнергии и сектор государственного управления.

По оценке ведомства, инфляция достигла 0,4% (в годовом выражении – 15,8%). Основными факторами для замедления роста цен стали укрепление

рубля и охлаждение потребительского спроса, вызванное падением реальных доходов россиян (в мае они упали на 0,9%), сокращением покупательной способности (зарплаты снизились на 7,3%, а уровень безработицы составил 5,9%).

В мае 2015 г. РФ экспортировала товаров на 32,3 млрд. долл. (падение за год на 26,7%), импортировала – на 15,2 миллиарда (минус 42%).

В соответствии с уточненным прогнозом Минэкономразвития РФ, ВВП РФ в 2015 г. снизится на 2,8%. В 2016 г. ожидается рост на 2,3% [5]. Международный валютный фонд прогнозирует, что по итогам 2015 г. ВВП РФ снизится на 3,4%. Организация Объединенных Наций ожидает сокращения на 3% [3].

Пессимистичные статистические прогнозы заставляют российский бизнес искать пути повышения эффективности своей деятельности не только на отечественном, но и на мировом рынке, только опираясь на внутренние резервы, которыми располагают наши организации.

Владелец бизнеса осуществляет деятельность на свой страх и риск, так как результат любого решения случаен в условиях неопределенности. И причиной этому неопределенность и риск, присущий экономической обстановке. Риск имеет место, когда лицо, принимающее решение, исходя из своего опыта или располагая соответствующей информацией, знает, что у анализируемой им ситуации может быть несколько вариантов исходов с различными степенями вероятности наступления каждого из числа возможных. О неопределенности можно говорить, когда развитие ситуации в будущем неизвестно и менеджмент организации не имеет данных, опыта, основываясь на которых можно сделать прогнозы. По нашему мнению, понятия «риск» и «неопределенность» различны, но для анализа последствий наступления их можно считать взаимозаменяемыми.

Считаем, что неопределенность при анализе можно учитывать с помощью вероятностной модели, так как именно в значение вероятности заложена неопределенность. Однако бизнес-сообщество нуждается в четких критериях, которые помогли бы ему сделать правильный выбор из всего доступного множества решений. Особенно остро этот вопрос на современном этапе встает у отечественных организаций, осуществляющих внешнеторговую деятельность, так как стоимость логистики превышает 50% стоимости конечного продукта. На практике менеджерами чаще всего при выборе варианта решения используется ожидаемое значение, рассчитываемое путем взвешивания возможных результатов по степени их вероятности с последующим суммированием результатов по формуле [4, с. 441]:

$$EV = \sum_{i=1}^n p_i * x_i,$$

где **EV** – ожидаемое значение;

**p<sub>i</sub>** – вероятность будущего *i*-го исхода;

**x<sub>i</sub>** – значение *i*-го исхода.

За одним числом, отражающим ожидаемое значение, может быть скрыт целый спектр возможных фактических результатов. Кроме этого, не все лица,

принимающие решения, одинаково относятся к риску. Их можно разделить на следующие категории:

- нейтральные к риску игнорируют возможные отклонения в результате и сосредоточены на наиболее вероятном исходе ситуации;
- склонные к риску сосредоточены только на самом лучшем возможном исходе, независимо от вероятности его наступления;
- не склонные к риску предпочитают альтернативу, где отклонения будут минимальными.

Проанализируем ситуацию. Для перевозки импортного товара со склада временного хранения на склад импортера российская организация привлекает транспортную компанию. В настоящее время за эти услуги импортер платит в среднем 30,25 долл. США за поездку (цифры условные). Организация рассматривает вопрос о создании собственной службы перевозки таможенного груза. Прогнозирование стоимости оказания услуг службой перевозки осложнено изменчивостью многих факторов – количеством необходимых транспортных средств соответствующей грузоподъемности, уровнем оплаты труда водителей, стоимостью бензина и др. Согласно прогнозам, стоимость поездки с использованием отдела перевозки составит 29,89 долл. США. Эта сумма была рассчитана на основе информации, приведенной в табл. 1.

Таблица 1

**ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА СТОИМОСТИ ПОЕЗДКИ**

Стоимость поездки, долл. США	Вероятность
26,95	0,01
27,13	0,02
27,65	0,11
28,00	0,14
28,35	0,13
30,28	0,10
30,80	0,08
31,33	0,15
31,68	0,26

Менеджмент организации должен принять решение на основании распределения вероятностей и текущей стоимости 30,25 долл. США за поездку. При принятии решения необходимо учесть позицию менеджмента, которая может быть нейтральна к риску, не склонна к риску или, наоборот, склонна к риску.

Нейтральный к риску менеджмент организации будет игнорировать риск и выберет решение, которое обеспечит оптимальное ожидаемое значение. Распределение вероятности дает ожидаемое значение, равное 29,89 долл. США, что меньше, чем текущие затраты на одну поездку, составляющие 30,25 долл. США (табл. 2). Соответственно, нейтральный к риску менеджмент решит выбрать создание собственной службы перевозки таможенного груза.

В том случае, если менеджмент организации не склонен к риску, то он уделит основное внимание вероятности плохих результатов и постарается избежать высокой степени риска. Лицо, принимающее решение, будет анализировать событие, при котором затраты на поездку превысят текущие затраты в размере 30,25 долл. США, так как его вероятность составляет 59%. Он проигнорирует события с вероятностью 41% того, что затраты на одну поездку будут ниже текущих затрат. Менеджмент организации, не склонный к риску,

примет решение продолжать пользоваться услугами сторонней транспортной компании.

Менеджмент, склонный к риску, ориентируется на самые лучшие из возможных результатов вне зависимости от того, насколько мала вероятность их достижения. Низкая вероятность таких результатов не будет смущать лицо, принимающее решение, так как его внимание будет сконцентрировано на возможную высокую прибыль. Поэтому организация, имеющая такой менеджмент, будет ориентироваться на вероятность в 41%, того, что затраты на одну поездку могут составить 28,35 долл. США или меньше, значит, менеджмент будет рекомендовать владельцу бизнеса создание собственной службы перевозок таможенного груза. Склонное к риску лицо, принимающее решение, проигнорирует 59% вероятность того, что затраты на одну поездку будут выше, чем на данный момент.

Таблица 2

**РАСЧЕТ ОЖИДАЕМОГО ЗНАЧЕНИЯ**

Исход, <i>x</i>	Вероятность будущего исхода, <i>p</i>	<i>p * x</i>
26,95	0,01	0,27
27,13	0,02	0,54
27,65	0,11	3,04
28,00	0,14	3,92
28,35	0,13	3,69
30,28	0,10	3,03
30,80	0,08	2,46
31,33	0,15	4,70
31,68	0,26	8,24
-	<b>EV</b>	29,89

Анализ проведенных расчетов показывает, что выбор на основе только ожидаемого значения (**EV**) игнорирует ряд возможных вариантов исхода, что является недостатком данного метода. Если для ситуации характерны высокие риски, то разброс возможных результатов будет более широким. Тогда лицо, принимающее решение, даст более низкую оценку возможным результатам для ситуации их широкого разброса, по сравнению с рассмотренными значениями, если неохотно идет на риски.

Если ситуацию будут анализировать менеджеры, склонные к риску, то они предпочтут более широкий разброс возможных результатов рассмотренному выше варианту, так как она сулит более высокий результат при благоприятном исходе. Тем не менее, в данном случае возможность подняться до верхней границы может заставить их не принимать этого риска. Независимо от исхода ясно одно, что оценка вариантов исключительно на основании ожидаемого значения не всегда оправдана. По нашему мнению, одним из возможных инструментариев анализа рисков может быть применение усовершенствованных методов моделирования для повышения уровня надежности бизнес прогнозов ключевым моментом в котором является разработка математической модели для предсказания поведения будущих затрат с учетом роста навыков сотрудников при выполнении задач.

Еще один инструмент анализа риска и неопределенности – это «дерево решений». Достоинство данного метода определяется качеством исходной информации, а сложность заключается в степени точности определения вероятности, связанной с нею

неопределенностью. В то же время «дерево решений» является наглядным и доступным способом представления информации вероятностного характера владельцу бизнеса, членам совета директоров.

Метод построения «дерева решений» работает при оценке несложных задач, но для ответа на практические вопросы потребуются сложные приемы при использовании этого метода. Так, может возникнуть ситуация с двумя или большим количеством неопределенностей. В рамках внешнеэкономической деятельности у экспортера может появиться потребность в аренде складских площадей в непосредственной близости от таможни. Организация может взять в аренду малую или среднюю секцию склада. В связи с высоким спросом на склады такого типа организация после того как выберет площадь складской секции не сможет изменить свое решение в пользу ее увеличения или уменьшения.

Согласно опыту предыдущей работы, существует вероятность в 70%, что уровень продаж по экспортным контрактам будет высоким и 30%, что уровень продаж будет низким. В табл. 3 приведены прогнозные показатели чистой приведенной стоимости будущих потоков денежных средств организации в зависимости от площади складской секции:

Таблица 3

**ПРОГНОЗНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧИСТОЙ ПРИВЕДЕННОЙ СТОИМОСТИ**

Площадь складской секции	Объем продаж на экспорт, долл. США	
	низкий	высокий
Малая	(1 500)	5 625
Средняя	(6 000)	9 000

Используя дерево принятия решений, представленное на рис. 1, менеджмент организации может сделать вывод о площади складской секции, которую следует взять в аренду.

Ожидаемое значение для складской секции малой площади:

$$EV_1 = 5625 * 70\% + (1500) * 30\% = 3488 \text{ долл. США.}$$

Ожидаемое значение для складской секции средней площади:

$$EV_2 = 9000 * 70\% + (6000) * 30\% = 4500 \text{ долл. США.}$$

Следовательно, исходя из ожидаемого значения, организации целесообразно арендовать складскую секцию средней площади.

В том случае, если организация решит привлечь консультантов по маркетингу для точного прогнозирования уровня спроса, то максимальную сумму, которую могут запросить за маркетинговое исследование, можно определить с помощью дерева принятия решений.

Существует 70% вероятность, что консультанты будут прогнозировать высокий спрос. Соответственно, организации следует арендовать складскую секцию средней площади. Денежный поток составит:

$$CF_{\text{вы}} = 70\% * 9000 = 6300 \text{ долл. США}$$

Существует 30-процентная вероятность того, что консультанты будут прогнозировать низкий уровень спроса у иностранных покупателей. В этом случае организация не будет арендовать вообще никаких складских площадей, поскольку при обоих размерах

площадей секций продажи на экспорт принесут убыток в случае низкого спроса.



**Рис. 1. Дерево принятия решений: выбор размера арендуемой площади**

Ожидаемое значение при проведении маркетингового исследования:

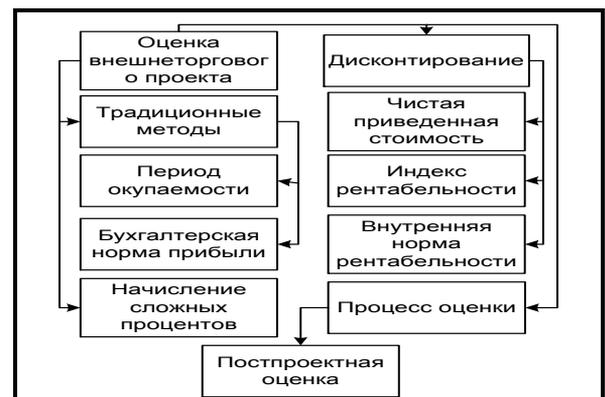
$$EV_{\text{ми}} = 6300 \text{ долл. США}$$

Ожидаемое значение без проведения исследования равно:

$$EV_{\text{би}} = 9000 * 70\% + (6000) * 30\% = 4500 \text{ долл. США.}$$

Следовательно, максимальная стоимость услуг консультантов составит 1800 долл. США. Необходимо отметить, что вероятность при любом уровне продаж останется величиной постоянной. Исследование только предоставит точный прогноз того, что может произойти, а не изменит возможный исход.

Таким образом, из проведенного расчета можно сделать вывод о том, что одной из характеристик неопределенности в бизнес-процессах является то, что ее можно снизить или свести к нулю. Так, проведение маркетингового исследования позволило определить с высокой степенью точности ожидаемый спрос. Но исследование является возмездной услугой и менеджменту организации стоит определиться – готово ли оно заплатить за услуги консультантов назначенную ими сумму для снижения неопределенности уровня продаж располагая информацией о максимальной стоимости их услуг.



**Рис. 2. Оценка внешнеторгового проекта**

Оценка инвестиций связана с прогнозированием денежных потоков по внешнеторговому проекту и в

этих прогнозах будет присутствовать неопределенность. Инвестиции осуществляются в нулевой период, тогда как денежные потоки происходят в конце года. Оценку внешнеторгового проекта можно проводить по нескольким направлениям, некоторые из которых представлены на рис. 2.

Начисление сложных процентов производится следующим образом [6, с. 99]:

$$FV = PV * (1 + r)^n,$$

где *FV* – будущая стоимость;

*PV* – текущая стоимость;

*r* – ставка дисконтирования; *n* – количество лет.

Дисконтирование, позволяющее определить текущую стоимость будущих потоков, рассчитывают как:

$$PV = FV * \frac{1}{(1 + r)^n}.$$

Методы анализа неопределенности с помощью вероятности полезны при работе с ней в ходе оценки инвестиций. Однако это не единственные методы, которые может использовать менеджмент организации. Неопределенность можно учитывать с помощью других методов, таких как:

- корректировка требуемой ставки доходности для учета предполагаемого уровня риска; денежные потоки проектов с высоким риском должны дисконтироваться по более высокой ставке дисконтирования;
- корректировка периода окупаемости; для проектов с высоким предполагаемым риском требуется более короткий период окупаемости.

Если организация для осуществления внешнеэкономической деятельности сформировала свой транспортный парк для доставки импортного товара, то ме-

недженству организации необходимо, с целью исполнения своей стратегии, принимать решения о типе автомобилей, которые целесообразно использовать. В рамках текущей конъюнктуры организация рассматривает два альтернативных типа фургона на замену. Один тип фургона имеет расчетный срок службы четыре года, другой – пять лет. Фургоны потребуются в текущем периоде. Расчетные потоки денежных средств, в течение срока службы транспортного средства представлены в табл. 4. Цена капитала организации составляет 7% в год.

Таблица 4

**РАСЧЕТНЫЕ ПОТОКИ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ**

*Долл. США*

Год	Автомобиль типа X	Автомобиль типа Y
0	(21 250)	(25 500)
1	(1 700)	(2 550)
2	(1 700)	(2 550)
3	(2 550)	(2 550)
4	4 250	(3 400)
5	-	5 100

Расчеты, позволяющие определить тип автомобиля, который следует покупать организации для реализации стратегических задач на внешнем рынке, сведены в табл. 5.

Анализ полученных результатов показывает, что самый низкий годовой эквивалент стоимости у автомобиля типа X. Поэтому организация должна заменить свой парк автомобилей для доставки фургонами типа X. Сформировав парк транспортных средств, менеджмент организации должен оценить время, по прошествии которого требуется их замена, чтобы затраты на ремонт не перекрывали стоимость автомобиля.

Таблица 5

**ВЫБОР АЛЬТЕРНАТИВЫ ИЗ ЧИСЛА ВОЗМОЖНЫХ**

*Долл. США*

Год	Коэффициент дисконтирования, 7%	Автомобиль типа X		Автомобиль типа Y	
		денежные потоки	дисконтированная стоимость	Денежные потоки	дисконтированная стоимость
0	1	(21 250)	(21 250)	(25 500)	(25 500)
1	0,935	(1 700)	(1 590)	(2 550)	(2 384)
2	0,873	(1 700)	(1 484)	(2 550)	(2 226)
3	0,816	(2 550)	(2 081)	(2 550)	(2 081)
4	0,763	4 250	3 243	(3 400)	(2 594)
5	0,713	0	0	5 100	3 636
Дисконтированная стоимость	-	-	(23 162)	-	(31 149)
Совокупный коэффициент дисконтирования	-	-	3,387	-	4,100
Годовой эквивалент	-	-	6 839	-	7 597

Таблица 6

**ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ВРЕМЕНИ ЗАМЕНЫ ФУРГОНА**

*Долл. США*

Наименование	Год 1	Год 2	Год 3
Стоимость приобретения транспортного средства	18 750	-	-
Операционные затраты	3 750	6 000	8 250
Выручка от продажи транспортного средства	13 500	15 000	3 750

Стоимость капитала составляет 7% в год. Для определения оптимального цикла замены транспортных

В современных экономических условиях целесообразно рассматривать решение о времени замены фургонов на основе однолетнего, двухлетнего или трехлетнего цикла.

В табл. 6 приведены данные по затратам на приобретение каждого транспортного средства, операционным затратам в расчете на один автомобиль по каждому году и продажная стоимость одного фургона при его реализации в конце каждого года исходя из того, что первоначальная инвестиция осуществляется в начале первого года, а все остальные денежные потоки формируются в конце соответствующего года.

средств, сформируем табл. 7. Анализ расчетов, представленных в табл. 7, показывает, что самые низкие затраты в годовом эквиваленте возникают, если компания владеет автомобилями два года. Значит, оптимальный цикл замены транспортных средств – два года. Для анализа рисков необходимо определить насколько широким может быть разброс возможных

вариантов исхода. В качестве показателя степени риска целесообразно использовать стандартное отклонение, сопоставляющее все фактические варианты исхода с ожидаемым исходом, после чего определяется величина отклонения каждого варианта исхода в среднем от ожидаемого значения.

Таблица 7

РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО ЦИКЛА ЗАМЕНЫ ФУРГОНА

Долл. США

Год	Коэффициент дисконтирования, 7%	Замена после года 1		Замена после года 2		Замена после года 3	
		денежные потоки	приведенная стоимость	денежные потоки	приведенная стоимость	денежные потоки	приведенная стоимость
0	1	(18 750)	(18 750)	(18 750)	(18 750)	(18 750)	(18 750)
1	0,935	9 750	9 116	(3 750)	(3 506)	(3 750)	(3 506)
2	0,873	-	-	9 000	7 857	(6 000)	(5 238)
3	0,816	-	-	-	-	(4 500)	(3 672)
Приведенная стоимость		-	(9 634)	-	(14 399)	-	(31 166)
Кумулятивный коэффициент дисконтирования		-	0,935	-	1,808	-	2,624
Годовой эквивалент		-	10 303	-	7 964	-	11 877

Стандартное отклонение рассчитывается по формуле [6, с. 501]:

$$SD = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 * P}$$

где SD – стандартное отклонение,  
 X<sub>i</sub> – i-е возможное значение NPV проекта;  
 X̄ – ожидаемое значение NPV проекта.

Если менеджмент организации будет располагать двумя вариантами распределения вероятности, не равными друг другу, то их стандартные отклонения не будут являться сопоставимыми напрямую.

Эту проблему можно решить, применив такой параметр, как стандартное отклонение, позволяющий оценить размер риска. Однако как ожидаемое значение, так и стандартное отклонение в отдельности не могут предоставить исчерпывающей информации менеджеру. По нашему мнению, полную картину финансовому аналитику сможет дать распределение вероятностей, а в случае невозможности ее учета по каждой альтернативе в отдельности целесообразно применить ожидаемое значение, стандартное отклонение и коэффициент вариации (стандартное отклонение, деленное на расчетное значение) в совокупности.

Таблица 8

ЧИСТАЯ ПРИВЕДЕННАЯ СТОИМОСТЬ ПО КАЖДОМУ ТИПУ АВТОМОБИЛЯ

Долл. США

Автомобиль типа X		Автомобиль типа Y	
исход (NPV)	расчетная вероятность p	исход (NPV)	расчетная вероятность p
2 250	0,08	1 500	0,04
2 625	0,15	2 250	0,08
3 000	0,30	3 000	0,30
3 375	0,15	3 750	0,19
3 750	0,08	4 500	0,15

Если организации необходимо принять решение в пользу приобретения автомобиля типа X или Y в виду отсутствия возможности купить фургоны двух

типов сразу, то менеджменту потребуются данные, представленные в табл. 8.

Расчеты стандартного отклонения для автомобиля типа X и Y представлены в табл. 9 и 10 соответственно.

Таблица 9

СТАНДАРТНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ ТИПА X

Долл. США

Приведенная стоимость (NPV)	Вероятность (p)	Ожидаемое значение NPV	Отклонение от ожидаемого значения	Квадрат отклонения	Средневзвешенное значение
2 250,00	0,40	900,00	(637,50)	406 406,25	162 562,50
2 625,00	0,10	262,50	(262,50)	68 906,25	6 890,63
3 000,00	0,10	300,00	112,50	12 656,25	1 265,63
3 375,00	0,20	675,00	487,50	237 656,25	47 531,25
3 750,00	0,20	750,00	862,50	743 906,25	148 781,25
-	-	2 887,50	-	-	367 031,25
Стандартное отклонение (SD)		605,83	-	-	-

Таблица 10

СТАНДАРТНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ ТИПА Y

Долл. США

Приведенная стоимость (NPV)	Вероятность p	Ожидаемое значение NPV	Отклонение от ожидаемого значения	Квадрат отклонения	Средневзвешенное значение
1 500,00	0,04	60,00	(1 560,00)	2 433 600,00	97 344,00
2 250,00	0,25	562,50	(810,00)	656 100,00	164 025,00
3 000,00	0,50	1 500,00	(60,00)	3 600,00	1 800,00
3 750,00	0,01	37,50	690,00	476 100,00	4 761,00
4 500,00	0,20	900,00	1 440,00	2 073 600,00	414 720,00
-	-	3 060,00	-	-	682 650,00
Стандартное отклонение (SD)		826,23	-	-	-

Если сравнивать ожидаемые значения, то менеджмент отдаст свое предпочтение автомобилям типа *У*. Ожидаемая чистая приведенная стоимость по каждому типу автомобиля дает среднее значение, основанное на вероятности по каждому возможному варианту прибыли.

Если организация в качестве критерия эффективности будет использовать приведенную стоимость чистых выгод, то для осуществления своей внешне-торговой деятельности парк сформирует из автомобилей типа *У*. Рассчитав стандартное отклонение, можно установить несколько значений, соответствующих прибыли по каждому типу фургонов.

Стандартное отклонение транспортного средства типа *У* превышает аналогичный показатель по автомобилю типа *Х*, что означает его высокую рискованность. Так как разница чистых приведенных стоимостей по фургонам не является существенной (не превышает 6%), но применение автомобиля типа *Х* менее рискованно, то окончательное решение будет определяться отношением менеджмента организации к риску.

Использование дисконтированных денежных потоков при оценке эффективности внешне-торговой деятельности можно считать оптимальным, так как они учитывают временную стоимость денег, относящуюся к доходу, который необходим владельцу бизнеса, и определяемый тремя элементами – это отложенное потребление, инфляция и риск. При вложении средств возникают альтернативные затраты. Сейчас стоимость одного рубля больше, чем через год. Вкладывая средства, владелец бизнеса отказывается от текущего потребления в пользу возможного увеличения потребления в будущем, за что и должен быть вознагражден. Наличие инфляции определяет необходимость собственника получить компенсацию за потерю покупательной способности и прошедшее время.

Перспектива получить денежные средства в будущем имеет элемент риска, так как выплата может не состояться или сумма будет меньше, чем планировалось. Значит, владелец бизнеса должен получить компенсацию за риск, инфляцию и время. Целью вложений средств внутри организации является создание стоимости для ее владельцев, которые могут использовать свои средства иначе, неся альтернативные затраты. Поэтому менеджмент так должен выстроить внешне-экономическую деятельность, чтобы вложения приносили достаточно средств не только владельцу бизнеса, но и обеспечили необходимый доход инвесторам, вложившим средства во внешне-торговый проект.

Если владелец бизнеса принял решение о формировании своего автомобильного парка для транспортировки экспортно-импортных товаров, то следующей задачей, которую предстоит решить менеджменту, – это размещение фургонов. Организация рассматривает возможность приобретения участка земли рядом с таможенным терминалом для обустройства стоянки транспорта в количестве 480 мест. Стоимость земельного участка составляет 4 800 000 долл. США, его обустройство, строительство подъездных дорог, надлежащего покрытия места парковки, уплата регистрационных взносов потребует сразу дополнительных расходов на сумму 1 600 000 долл. США. Менеджмент планирует использовать место стоянки не

более пяти лет, после чего участок будет продан за 8 000 000 долл. США по ценам пятого года.

По предварительным оценкам, загрузка стоянки будет составлять 80% в течение каждого года срока ее использования. Однако менеджмент планирует размещать не только свои транспортные средства, но и другие автомобили, прибывающие на таможенный терминал. Стоимость парковки транспорта будет зависеть от цен на рынке по аналогичным услугам. Вероятность того, что цена составит 48 долл. США за неделю, равна 40%, 40 долл. США – 25% и 56 долл. США – 35%. Менеджмент планирует получить маржинальную прибыль от реализации не менее 80%.

Организация должна будет арендовать уборочную и иную вспомогательную технику для поддержания стоянки в состоянии, предписанном действующим законодательством для объектов такого типа. Затраты на аренду составят 40 000 долл. США за год в течение пятилетнего периода и не будут подвергаться изменению относительно уровня инфляции. Оценка затрат на персонал показала сумму в размере 280 000 долл. США. Услуги по обеспечению безопасности потребуют от организации изыскать 80 000 долл. США. Все денежные потоки возникают в конце года, за исключением первоначальной инвестиции.

Все значения, приведенные выше, выражены в текущих ценах, за исключением суммы реализации земли в конце пятилетнего периода. Стоимость стоянки транспортных средств и переменные затраты будут увеличиваться на 9% в год, начиная с первого года, тогда как постоянные расходы будут увеличиваться на 5% в год. Затраты на привлечение капитала составляют 8% в год. В соответствии с действующими правовыми нормами налоговая амортизация не начисляется ни на первоначальную стоимость земли, ни на затраты по ее освоению. Ставка налога на прибыль 20%, при этом 75% налога подлежит уплате в том году, в котором он возник, остаток – в следующем.

Для того чтобы оценить целесообразность покупки земельного участка с финансовой точки зрения, менеджменту организации необходимо провести ряд расчетов, итоги которых сведены в табл. 11.

- год 1: плата за стоянку транспортных средств:  
 $(48 * 0,40) + (40 * 0,25) + (56 * 0,35) * 1,09 = 53,19$  долл. США
- год 1: выручка от реализации:  
 $480 * 0,8 * 53,19 * 52 = 1\ 062\ 097,92$  долл. США
- год 1: маржинальная прибыль:  
 $1062097,92 * 0,8 = 849678,34$  долл. США
- постоянные затраты: год 1: затраты на персонал:  
 $280000 * 1,05 = 294000$  долл. США
- год 1: затраты на обеспечение безопасности:  
 $80000 * 1,05 = 84000$  долл. США

Так как чистая приведенная стоимость является положительной величиной, то предложение менеджмента по покупке земельного участка для обустройства стоянки должен быть принят.

Для подтверждения выше сделанного вывода можно определить внутреннюю норму рентабельности *IRR*, чтобы иметь ориентир по ставке дискон-

тирования, при которой **NPV** оцениваемого решения будет равна нулю.

Приближенно внутреннюю норму рентабельности можно рассчитать по формуле [6, с. 493]:

$$IRR = r_1 + \frac{NPV(r_1)}{NPV(r_1) - NPV(r_2)} * (r_2 - r_1),$$

где  $r_1$  – меньший коэффициент дисконтирования;

$r_2$  – больший коэффициент дисконтирования;

**NPV**( $r_1$ ) – чистая приведенная стоимость при меньшей ставке дисконтирования;

**NPV**( $r_2$ ) – чистая приведенная стоимость при большей ставке дисконтирования.

Результаты расчетов представлены в табл. 12.

Таблица 11

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАТРАТ С ФИНАНСОВОЙ ПОЗИЦИИ**

долл. США

Показатель	Год						
	0	1	2	3	4	5	6
Маржинальная прибыль	-	849 678,34	926 149,39	1 009 502,83	1 100 358,09	1 199 390,31	-
Затраты на:							
Аренду техники	-	(40 000,00)	(40 000,00)	(40 000,00)	(40 000,00)	(40 000,00)	-
Персонал		(294 000,00)	(308 700,00)	(324 135,00)	(340 341,75)	(357 358,84)	-
Безопасность	-	(84 000,00)	(88 200,00)	(92 610,00)	(97 240,50)	(102 102,53)	-
Чистые денежные потоки	-	431 678,34	489 249,39	552 757,83	622 775,84	699 928,95	-
<b>Налогообложение</b>							
Чистые денежные потоки	-	431 678,34	489 249,39	552 757,83	622 775,84	699 928,95	-
Налог на прибыль	-	(86 335,67)	(97 849,88)	(110 551,57)	(124 555,17)	(139 985,79)	-
<b>Чистая приведенная стоимость</b>							
Покупка земельного участка	6 400 000,00	-	-	-	-	8 000 000,00	
Чистые потоки денежных средств	-	431 678,34	489 249,39	552 757,83	622 775,84	699 928,95	-
Налоговый платеж	-	(64 751,75)	(73 387,41)	(82 913,67)	(93 416,38)	(104 989,34)	-
Налоговый платеж	-	-	(21 583,92)	(24 462,47)	(27 637,89)	(31 138,79)	(34 996,45)
Чистые потоки денежных средств после налогообложения	(6 400 000,00)	366 926,59	394 278,06	445 381,69	501 721,57	8 563 800,82	(34 996,45)
Коэффициент дисконтирования 8%	1	0,926	0,857	0,794	0,735	0,681	0,630
Приведенная стоимость	(6 400 000,00)	339 774,02	337 896,30	353 633,06	368 765,35	5 831 948,36	(22 047,76)
<b>NPV = 809 969,32 долл. США</b>							

Таблица 12

**ВНУТРЕННЯЯ НОРМА РЕНТАБЕЛЬНОСТИ (IRR)**

Показатель	Год						
	0	1	2	3	4	5	6
Чистые потоки денежных средств после налогообложения	(6 400 000,00)	366 926,59	394 278,06	445 381,69	501 721,57	8 563 800,82	(34 996,45)
Коэффициент дисконтирования 12%	1	0,893	0,797	0,712	0,636	0,567	0,507
Приведенная стоимость	(6 400 000,00)	327 665,44	314 239,62	317 111,76	319 094,92	4 855 675,06	(17 743,20)
<b>NPV = -283 956,40 долл. США</b>							
$IRR = 0,08 + \frac{809969,32}{809969,32 - (-283956,40)} * (0,12 - 0,08) = 10,96\%$							

Проведенные расчеты показывают, что норма рентабельности превышает ставку дисконтирования, значит, предложение менеджмента целесообразно принять.

Следующая проблема, которую предстоит решать менеджменту организации при формировании своего транспортного парка, – это степень использования автофургонов. Что связано с возможностью каждого из них находиться в каждый момент времени в одном из следующих состояний: ожидать вызова по заказу, совершать рейс к месту погрузки или с грузом к покупателю, воз-

вращаться обратно без груза на стоянку, проходить профилактический осмотр, ремонтироваться.

По нашему мнению, для решения поставленной задачи необходимо воспользоваться методом динамики средних, так как с его помощью можно оценить средние характеристики случайных процессов, протекающих в системах с большим числом состояний. Хотя реальные процессы не являются в точности марковскими, при решении поставленной задачи случайные процессы допустимо рассматривать как марковские процессы [8, с. 99].

Случайный процесс, протекающий в системе  $S$ , называется марковским, если он обладает свойством отсутствия последдействия, состоящим в том, что для каждого момента времени  $t_0$  вероятность любого состояния  $S(t)$  системы  $S$  в будущем (при  $t > t_0$ ) зависит только от ее состояния  $S(t_0)$  в настоящем (при  $t = t_0$ ) и не зависит от того, как и сколько времени развивался этот процесс в прошлом (при  $t < t_0$ ) [2, с. 7].

Считаем, что потоки заказов, поступающие на автомобили, не зависят от числа свободных транспортных средств и распределены по закону Пуассона с интенсивностями  $\lambda_x$  и  $\lambda_y$ , произвольным образом зависящими от времени. Тогда процесс, протекающий в системе, которой в данном случае выступает организация, будет марковским. Заказы распределяются равномерно между всеми категориями автофургонов, готовыми выполнить заявку. Если организация не располагает ни одной свободной машиной, заказ отклоняется.

Введем обозначения:

- $k_{x1}$  – среднее число автофургонов типа  $X$ , ожидающих вызова в момент времени  $t$ ;
- $k_{x2}$  – среднее число автофургонов типа  $X$ , осуществляющих порожний рейс к месту погрузки в момент времени  $t$ ;
- $k_{x3}$  – среднее число автофургонов типа  $X$ , осуществляющих рейс с грузом в момент времени  $t$ ;
- $k_{x4}$  – среднее число автофургонов типа  $X$ , возвращающихся на место стоянки после исполнения заказа в момент времени  $t$ ;
- $k_{x5}$  – среднее число автофургонов типа  $X$ , находящихся на профилактическом осмотре в момент времени  $t$ ;
- $k_{x6}$  – среднее число автофургонов типа  $X$ , ремонтирующихся в момент времени  $t$ ;
- $k_{y1}$  – среднее число автофургонов типа  $Y$ , ожидающих вызова в момент времени  $t$ ;
- $k_{y2}$  – среднее число автофургонов типа  $Y$ , выполняющих заказ в момент времени  $t$ ;
- $k_{y3}$  – среднее число автофургонов типа  $Y$ , проходящих профилактический осмотр в момент времени  $t$ ;
- $k_{y4}$  – среднее число автофургонов типа  $Y$ , находящихся в ремонте;
- $s_i$  – численность состояния, которая определяется как число единиц случайных величин, находящихся в момент времени  $t$  в состоянии  $s_i$ .

Графы состояний автофургонов типов  $X$  и  $Y$  представлены на рис. 3 и 4 соответственно.  $\lambda_{xij}$ ,  $\lambda_{yij}$  – интенсивности потоков событий, переводящих автофургоны типов  $X$  и  $Y$  (элементы) из состояния в состояние.

Пусть необходимо определить интенсивность потока событий, переводящих транспортное средство типа  $X$ , находящегося в состоянии ожидания заказа ( $\lambda_{x12}$ ), в состояние  $S_{x2}$  – поездка к месту загрузки. Вызовы транспортных средств образуют поток с интенсивностью  $\lambda_x$ , но заказ принимается только при наличии

хотя бы одного автомобиля, находящегося в состоянии  $S_{x1}$ . Интенсивность потока принятых заказов  $\lambda_{xприн}$ , переводящего автофургон из состояния  $S_{x1}$  в состояние  $S_{x2}$ , зависит от числа автомобилей, находящихся в первоначальном состоянии ( $N_{x1}$ ), что позволяет представить ее следующим образом:

$$\lambda_{xприн} = \begin{cases} \lambda_x & \text{при } N_{x1} \geq 1, \\ 0 & \text{при } N_{x1} = 0. \end{cases}$$

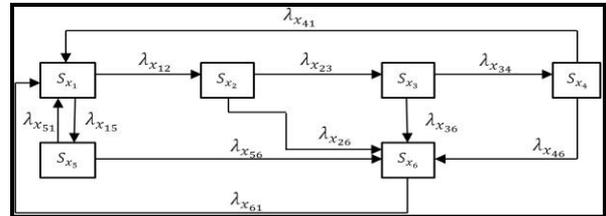


Рис. 3. Граф состояний автофургонов типа  $X$

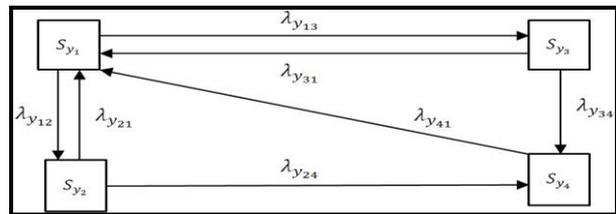


Рис. 4. Граф состояний автофургонов типа  $Y$

Введем две функции для решения поставленной задачи. Функцию  $F(x)$  представим как:

$$F(x) = \begin{cases} x & \text{при } x \leq 1, \\ 1 & \text{при } x > 1. \end{cases}$$

График функции  $F(x)$  представлен на рис. 5.

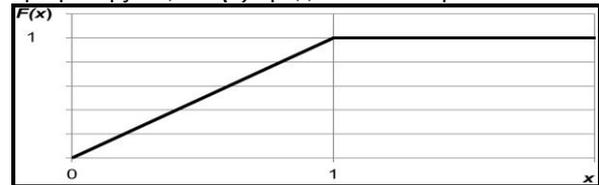


Рис. 5. График функции  $F(x)$

Функцию  $\eta(x)$  определим следующей зависимостью:

$$\eta(x) = \frac{F(x)}{x} = \begin{cases} 1 & \text{при } x \leq 1, \\ \frac{1}{x} & \text{при } x > 1. \end{cases}$$

График функции  $\eta(x)$  представлен на рис. 6.

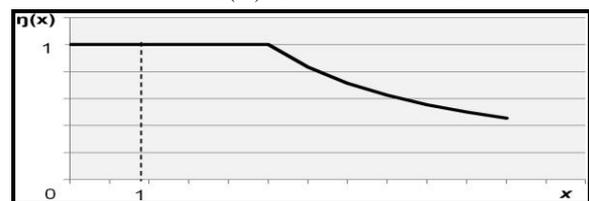


Рис. 6. График функции  $\eta(x)$

При помощи функции  $F(x)$  интенсивность  $\lambda_{x_{прин}}$  потока принятых заказов на автофургоны типа  $X$  можно записать в виде:

$$\lambda_{x_{прин}} = \lambda_x * F(N_{x1}).$$

Интенсивность  $\lambda_{x12}$  потока заказов, переводящих отдельный автофургон типа  $X$  из состояния  $S_{x1}$  в состояние  $S_{x2}$ , определяется следующим образом:

$$\lambda_{x12} = \frac{\lambda_{x_{прин}}}{N_{x1}} = \lambda_x * \frac{F(N_{x1})}{(N_{x1})} = \lambda_x * \eta(N_{x1}).$$

Для определения других интенсивностей имеем соотношения вида:

$$\lambda_{x23} = \frac{1}{\bar{t}_{x_{без\ груз}}}; \lambda_{x34} = \frac{1}{\bar{t}_{x_{груз}}};$$

$$\lambda_{x41} = \frac{1}{\bar{t}_{x_{без\ груз}}}; \lambda_{x15} = \lambda_{x_{осмотр}},$$

где  $\bar{t}_{x_{без\ груз}}$  – средняя длительность рейса фургона типа  $X$  без груза к месту погрузки или к месту стоянки;

$\bar{t}_{x_{груз}}$  – средняя длительность рейса машины с грузом.

Интенсивность  $\lambda_{x51}$  потока заказов, переводящих машину, находящуюся на профилактическом осмотре, что соответствует состоянию  $S_{x5}$ , в состояние  $S_{x1}$ , можно найти через интенсивность суммарного потока осмотров, проводимых сотрудниками транспортного департамента, которая равна

$$\lambda_{сум.осм.} = \alpha * (1 - e^{-(N_{x5} + N_{y3})}),$$

где  $N_{x5}$  – это число автофургонов типа  $X$ , находящихся на профилактическом осмотре в данный момент времени;

$N_{y3}$  – это численность находящихся на осмотре автофургонов типа  $Y$  в данный момент времени.

Интенсивность  $\lambda_{сум.осм}$  необходимо разделить между всеми автофургонами, находящимися в состоянии  $S_{x5}$  и  $S_{y3}$ , тогда получим количество осмотров в единицу времени в виде:

$$\chi = \frac{\alpha (1 - e^{-(N_{x5} + N_{y3})})}{(N_{x5} + N_{y3})}.$$

Не все автофургоны после профилактического осмотра переходят в состояние  $S_{x1}$ . После освидетельствования сотрудники транспортного департамента с вероятностью  $p_x$  направляют машину в ремонт, а в состоянии  $S_{x1}$  автофургон переходит с вероятностью  $(1 - p_x)$ . Для автофургонов типа  $Y$  вероятности равны соответственно  $p_y$  и  $(1 - p_y)$ .

Тогда для интенсивности  $\lambda_{x51}$  имеем:

$$\lambda_{x51} = \chi * (1 - p_x) = \frac{\alpha (1 - e^{-(N_{x5} + N_{y3})})}{(N_{x5} + N_{y3})} * (1 - p_x).$$

Для интенсивности  $\lambda_{x56}$  потоков осмотров, переводящих машину в состояние ремонта, получим

$$\lambda_{x56} = \chi * p_x = \frac{\alpha (1 - e^{-(N_{x5} + N_{y3})})}{(N_{x5} + N_{y3})} * p_x.$$

Суммарный поток ремонтов, проводимых сотрудниками транспортного департамента, имеет интенсивность:

$$\lambda_{сум.рем.} = \beta * (1 - e^{-(N_{x6} + N_{y4})}),$$

где  $N_{x6}$  – это число автофургонов типа  $X$ , находящихся в ремонте на данный момент времени;

$N_{y4}$  – это численность ремонтируемых автофургонов типа  $Y$  в данный момент времени.

В этом случае интенсивность потока ремонтов, переводящих автофургоны из состояния  $S_{x6}$  в состояние  $S_{x1}$ , будет равна

$$\lambda_{x61} = \beta * \frac{(1 - e^{-(N_{x6} + N_{y4})})}{(N_{x6} + N_{y4})}.$$

Из состояний  $S_{x2}$ ,  $S_{x3}$ ,  $S_{x4}$  в состояние  $S_{x6}$  элементы системы переводятся потоками событий с интенсивностями, равными:

$$\lambda_{x26} = \delta_{x_{без\ груз}}; \lambda_{x36} = \delta_{x_{груз}}; \lambda_{x46} = \delta_{x_{без\ груз}},$$

где  $\delta_{x_{без\ груз}}$  – интенсивность потока неисправностей автофургона типа  $X$  в состоянии перемещения без груза;

$\delta_{x_{груз}}$  – интенсивность потока неисправностей машины в состоянии перемещения с грузом.

Для автофургонов типа  $Y$  можно определить интенсивности потоков событий с использованием графа состояний, представленного на рис. 4.

Интенсивность  $\lambda_{y_{прин}}$  потока принятых заказов на автофургоны типа  $Y$  можно записать в виде:

$$\lambda_{y_{прин}} = \lambda_y * F(N_{y1}),$$

где  $\lambda_y$  – это интенсивность потока вызова транспортных средств типа  $Y$ ;

$N_{y1}$  – это число автомобилей типа  $Y$ , находящихся в первоначальном состоянии  $S_{y1}$ .

Интенсивность  $\lambda_{y12}$  потока заказов, переводящих отдельный автофургон типа  $Y$  из состояния  $S_{y1}$  в состояние  $S_{y2}$ , определяется следующим образом:

$$\lambda_{y12} = \frac{\lambda_{y_{прин}}}{N_{y1}} = \lambda_y * \frac{F(N_{y1})}{(N_{y1})} = \lambda_y * \eta(N_{y1}).$$

Для определения других интенсивностей имеем соотношения вида:

$$\lambda_{y21} = \frac{1}{\bar{t}_y}; \lambda_{y13} = \lambda_{yосмотр}; \lambda_{y24} = \delta_y,$$

где  $\bar{t}_y$  – средняя длительность рейса автофургона типа Y;

$\delta_y$  – интенсивность потока неисправностей машины, находящейся в рейсе.

Для интенсивности  $\lambda_{y31}$  потоков осмотров, переводящих машину в состояние ожидания заказа, получим:

$$\lambda_{y31} = \chi * (1 - p_y) = \frac{\alpha (1 - e^{-(N_{x5} + N_{y3})})}{(N_{x5} + N_{y3})} * (1 - p_y).$$

Интенсивность  $\lambda_{y34}$  потоков профилактических осмотров, из которых автофургон идет в ремонт, равна:

$$\lambda_{y34} = \chi * p_y = \frac{\alpha (1 - e^{-(N_{x5} + N_{y3})})}{(N_{x5} + N_{y3})} * p_y.$$

Поток ремонтов, переводящих автофургоны типа Y из состояния  $S_{y4}$  в состояние  $S_{y1}$ , будет иметь интенсивность

$$\lambda_{y41} = \beta * \frac{(1 - e^{-(N_{x6} + N_{y4})})}{(N_{x6} + N_{y4})}.$$

Таким образом, для всех потоков событий определены их интенсивности.

Руководствуясь принципом квазирегулярности, случайные аргументы  $N_{xi}$  и  $N_{yj}$  можно заменить их математическими ожиданиями  $k_{xi}$  и  $k_{yj}$  [1, с. 301].

Тогда система дифференциальных уравнений динамики средних при замене численности состояний средними численностями будет иметь вид (1):

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dk_{x1}}{dt} &= -(\lambda_{x12} + \lambda_{x15})k_{x1} + \lambda_{x41}k_{x4} + \lambda_{x51}k_{x5} + \lambda_{x61}k_{x6}, \\ \frac{dk_{x2}}{dt} &= -(\lambda_{x23} + \lambda_{x26})k_{x2} + \lambda_{x12}k_{x1}, \\ \frac{dk_{x3}}{dt} &= -(\lambda_{x34} + \lambda_{x36})k_{x3} + \lambda_{x23}k_{x2}, \\ \frac{dk_{x4}}{dt} &= -(\lambda_{x41} + \lambda_{x46})k_{x4} + \lambda_{x34}k_{x3}, \\ \frac{dk_{x5}}{dt} &= -(\lambda_{x51} + \lambda_{x56})k_{x5} + \lambda_{x15}k_{x1}, \\ \frac{dk_{x6}}{dt} &= -\lambda_{x61}k_{x6} + \lambda_{x26}k_{x2} + \lambda_{x36}k_{x3} + \lambda_{x46}k_{x4} + \lambda_{x56}k_{x5}. \end{aligned} \right. \quad (1)$$

Для автофургонов типа Y система уравнений динамики средних примет вид:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dk_{y1}}{dt} &= -(\lambda_{y12} + \lambda_{y13})k_{y1} + \lambda_{y21}k_{y2} + \lambda_{y31}k_{y3} + \lambda_{y41}k_{y4}, \\ \frac{dk_{y2}}{dt} &= -(\lambda_{y21} + \lambda_{y24})k_{y2} + \lambda_{y12}k_{y1}, \\ \frac{dk_{y3}}{dt} &= -(\lambda_{y31} + \lambda_{y34})k_{y3} + \lambda_{y13}k_{y1}, \\ \frac{dk_{y4}}{dt} &= -\lambda_{y41}k_{y4} + \lambda_{y24}k_{y2} + \lambda_{y34}k_{y3}. \end{aligned} \right. \quad (2)$$

Подставляя в систему уравнений (1) найденные ранее значения истинных интенсивностей потоков событий, получим следующие соотношения:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dk_{x1}}{dt} &= \lambda_x \eta(k_{x1})k_{x1} - \lambda_{xосмотр}k_{x1} + \frac{1}{\bar{t}_{xбез\ груз}}k_{x4} + k_{x2} - \frac{\alpha(1 - e^{-(k_{x5} + k_{y3})})}{(k_{x5} + k_{y3})}(1 - p_x)k_{x5} + \beta \frac{(1 - e^{-(k_{x6} + k_{y4})})}{(k_{x6} + k_{y4})}k_{x6}, \\ \frac{dk_{x2}}{dt} &= -\frac{1}{\bar{t}_{xбез\ груз}}k_{x2} - \delta_{xбез\ груз}k_{x2} + \lambda_x \eta(k_{x1})k_{x1}, \\ \frac{dk_{x3}}{dt} &= -\frac{1}{\bar{t}_{xгруз}}k_{x3} - \delta_{xгруз}k_{x3} + \frac{1}{\bar{t}_{xбез\ груз}}k_{x2}, \\ \frac{dk_{x4}}{dt} &= -\frac{1}{\bar{t}_{xбез\ груз}}k_{x4} - \delta_{xбез\ груз}k_{x4} + \frac{1}{\bar{t}_{xгруз}}k_{x3}, \\ \frac{dk_{x5}}{dt} &= -\frac{\alpha(1 - e^{-(k_{x5} + k_{y3})})}{(k_{x5} + k_{y3})}(1 - p_x)k_{x5} - \frac{\alpha(1 - e^{-(k_{x5} + k_{y3})})}{(k_{x5} + k_{y3})}p_x k_{x5} + \lambda_{xосмотр}k_{x1}, \\ \frac{dk_{x6}}{dt} &= -\beta \frac{(1 - e^{-(k_{x6} + k_{y4})})}{(k_{x6} + k_{y4})}k_{x6} + \delta_{xбез\ груз}k_{x2} + \delta_{xгруз}k_{x3} + \delta_{xбез\ груз}k_{x4} + \frac{\alpha(1 - e^{-(k_{x5} + k_{y3})})}{(k_{x5} + k_{y3})}. \end{aligned} \right. \quad (3)$$

Для системы уравнений (2) уравнения динамики средних имеют вид:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dk_{y1}}{dt} &= -\lambda_y \eta(k_{y1}) k_{y1} - \lambda_{y\text{осмотр}} k_{y1} + \frac{1}{t_y} k_{y2} + \frac{\alpha(1-e^{-(k_{x5}+k_{y3})})}{(k_{x5}+k_{y3})} (1-p_y) k_{y3} + \beta \frac{(1-e^{-(k_{x6}+k_{y4})})}{(k_{x6}+k_{y4})} k_{y4}, \\ \frac{dk_{y2}}{dt} &= -\frac{1}{t_y} k_{y2} - \delta_y k_{y2} + \lambda_y \eta(N_{y1}) k_{y1}, \\ \frac{dk_{y3}}{dt} &= -\frac{\alpha(1-e^{-(k_{x5}+k_{y3})})}{(k_{x5}+k_{y3})} (1-p_y) k_{y3} - \frac{\alpha(1-e^{-(k_{x5}+k_{y3})})}{(k_{x5}+k_{y3})} p_y k_{y3} + \lambda_{y\text{осмотр}} k_{y1}, \\ \frac{dk_{y4}}{dt} &= -\beta \frac{(1-e^{-(k_{x6}+k_{y4})})}{(k_{x6}+k_{y4})} k_{y4} + \delta_y k_{y2} + \frac{\alpha(1-e^{-(k_{x5}+k_{y3})})}{(k_{x5}+k_{y3})} p_y k_{y3}. \end{aligned} \right.$$

После приведения подобных членов и подстановки ряда выражений имеем:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dk_{x1}}{dt} &= -\lambda_x \frac{F(k_{x1})}{k_{x1}} k_{x1} - \lambda_{x\text{осмотр}} k_{x1} + \frac{1}{t_{x\text{без груз}}} k_{x4} + \frac{\alpha(1-e^{-(k_{x5}+k_{y3})})}{(k_{x5}+k_{y3})} (1-p_x) k_{x5} + \beta \frac{(1-e^{-(k_{x6}+k_{y4})})}{(k_{x6}+k_{y4})} k_{x6}, \\ \frac{dk_{x2}}{dt} &= -\left(\frac{1}{t_{x\text{без груз}}} + \delta_{x\text{без груз}}\right) k_{x2} + \lambda_x \frac{F(k_{x1})}{k_{x1}} k_{x1}, \\ \frac{dk_{x3}}{dt} &= -\left(\frac{1}{t_{x\text{груз}}} + \delta_{x\text{груз}}\right) k_{x3} + \frac{1}{t_{x\text{без груз}}} k_{x2}, \\ \frac{dk_{x4}}{dt} &= -\left(\frac{1}{t_{x\text{без груз}}} + \delta_{x\text{без груз}}\right) k_{x4} + \frac{1}{t_{x\text{груз}}} k_{x3}, \\ \frac{dk_{x5}}{dt} &= -\frac{\alpha(1-e^{-(k_{x5}+k_{y3})})}{(k_{x5}+k_{y3})} k_{x5} + \lambda_{x\text{осмотр}} k_{x1}, \\ \frac{dk_{x6}}{dt} &= -\beta \frac{(1-e^{-(k_{x6}+k_{y4})})}{(k_{x6}+k_{y4})} k_{x6} + \delta_{x\text{без груз}} (k_{x2} + k_{x4}) + \delta_{x\text{груз}} k_{x3} + \frac{\alpha(1-e^{-(k_{x5}+k_{y3})})}{(k_{x5}+k_{y3})} p_x k_{x5}. \end{aligned} \right.$$

Для автофургонов типа Y получим систему уравнений:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dk_{y1}}{dt} &= -\lambda_y \frac{F(k_{y1})}{k_{y1}} k_{y1} - \lambda_{y\text{осмотр}} k_{y1} + \frac{1}{t_y} k_{y2} + \frac{\alpha(1-e^{-(k_{x5}+k_{y3})})}{(k_{x5}+k_{y3})} (1-p_y) k_{y3} + \beta \frac{(1-e^{-(k_{x6}+k_{y4})})}{(k_{x6}+k_{y4})} k_{y4}, \\ \frac{dk_{y2}}{dt} &= -\left(\frac{1}{t_y} + \delta_y\right) k_{y2} + \lambda_y \frac{F(k_{y1})}{k_{y1}} k_{y1}, \\ \frac{dk_{y3}}{dt} &= -\frac{\alpha(1-e^{-(k_{x5}+k_{y3})})}{(k_{x5}+k_{y3})} k_{y3} + \lambda_{y\text{осмотр}} k_{y1}, \\ \frac{dk_{y4}}{dt} &= -\beta \frac{(1-e^{-(k_{x6}+k_{y4})})}{(k_{x6}+k_{y4})} k_{y4} + \delta_y k_{y2} + \frac{\alpha(1-e^{-(k_{x5}+k_{y3})})}{(k_{x5}+k_{y3})} p_y k_{y3}. \end{aligned} \right.$$

Окончательно имеем:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dk_{x1}}{dt} &= -\lambda_x F(k_{x1}) - \lambda_{x_{\text{осмотр}}} k_{x1} + \frac{1}{t_{x_{\text{без груз}}}} k_{x4} + \beta \frac{(1 - e^{-(k_{x6} + k_{y4})})}{(k_{x6} + k_{y4})} k_{x6}, \\ \frac{dk_{x2}}{dt} &= -\left(\frac{1}{t_{x_{\text{без груз}}}} + \delta_{x_{\text{без груз}}}\right) k_{x2} + \lambda_x F(k_{x1}), \\ \frac{dk_{x3}}{dt} &= -\left(\frac{1}{t_{x_{\text{груз}}}} + \delta_{x_{\text{груз}}}\right) k_{x3} + \frac{1}{t_{x_{\text{без груз}}}} k_{x2}, \\ \frac{dk_{x4}}{dt} &= -\left(\frac{1}{t_{x_{\text{без груз}}}} + \delta_{x_{\text{без груз}}}\right) k_{x4} + \frac{1}{t_{x_{\text{груз}}}} k_{x3}, \\ \frac{dk_{x5}}{dt} &= -\frac{\alpha(1 - e^{-(k_{x5} + k_{y3})})}{(k_{x5} + k_{y3})} k_{x5} + \lambda_{x_{\text{осмотр}}} k_{x1}, \\ \frac{dk_{x6}}{dt} &= -\beta \frac{(1 - e^{-(k_{x6} + k_{y4})})}{(k_{x6} + k_{y4})} k_{x6} + \delta_{x_{\text{без груз}}} (k_{x2} + k_{y4}) + \delta_{x_{\text{груз}}} k_{x3} + \lambda_x F(k_{x1}) - \lambda_{x_{\text{осмотр}}} k_{x1} + \frac{\alpha(1 - e^{-(k_{x5} + k_{y3})})}{(k_{x5} + k_{y3})} p_x k_{x5}. \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dk_{y1}}{dt} &= -\lambda_y F(k_{y1}) - \lambda_{y_{\text{осмотр}}} k_{y1} + \frac{1}{t_y} k_{y2} + \frac{\alpha(1 - e^{-(k_{x5} + k_{y3})})}{(k_{x5} + k_{y3})} (1 - p_y) k_{y3} + \beta \frac{(1 - e^{-(k_{x6} + k_{y4})})}{(k_{x6} + k_{y4})} k_{y4}, \\ \frac{dk_{y2}}{dt} &= -\left(\frac{1}{t_y} + \delta_y\right) k_{y2} + \lambda_y F(k_{y1}), \\ \frac{dk_{y3}}{dt} &= -\frac{\alpha(1 - e^{-(k_{x5} + k_{y3})})}{(k_{x5} + k_{y3})} k_{y3} + \lambda_{y_{\text{осмотр}}} k_{y1}, \\ \frac{dk_{y4}}{dt} &= -\beta \frac{(1 - e^{-(k_{x6} + k_{y4})})}{(k_{x6} + k_{y4})} k_{y4} + \delta_y k_{y2} + \frac{\alpha(1 - e^{-(k_{x5} + k_{y3})})}{(k_{x5} + k_{y3})} p_y k_{y3}. \end{aligned} \right.$$

В каждой из двух систем уравнений динамики средних любое из уравнений можно отбросить и тогда общее количество дифференциальных уравнений, которое предстоит решить, составит пять в первой системе и три во второй, а соответствующие переменные будут выражены из условий:

$$k_{x1} + k_{x2} + k_{x3} + k_{x5} + k_{x6} = M_x,$$

$$k_{y1} + k_{y2} + k_{y3} + k_{y4} = M_y.$$

Так как менеджмент организации рассматривает начальный период работы транспортного департамента, то в этот момент все автофургоны находятся в состоянии  $S_{x1}$  и  $S_{y1}$ , поэтому начальные условия будут выглядеть следующим образом:

$$t = 0; k_{x1} = M_x; k_{x2} = k_{x3} = k_{x4} = k_{x5} = k_{x6} = 0;$$

$$k_{y1} = M_y; k_{y2} = k_{y3} = k_{y4} = 0.$$

Составленную выше систему дифференциальных уравнений можно решить при помощи компьютера, написав программу для расчета при большом числе состояний и категорий, или вручную, задав численные значения параметрам. Итогом расчета будут значения средних численностей состояния в анализируемый период времени, которые позволят менеджменту сформировать оптимальный порядок

использования автофургонов в рамках внешнеторговой деятельности.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

1. Система уравнений для средних численностей состояний, сформированная выше, является нелинейной, что характерно для метода динамики средних, если интенсивности потоков событий зависят от численностей состояний.
2. В условиях неопределенности при оценке новых, стратегических внешнеторговых отношений, когда нет четкого представления о характере оптимального решения, необходимы нелинейные модели.
3. Реальные связи между переменными, описывающими внешнеторговые операции, нелинейны. В то же время в повседневных, повторяющихся внешнеэкономических бизнес-процессах, когда менеджмент уже имеет опыт в принятии решений и в связи с этим диапазон возможного выбора невелик, допустимо использование линейных приближений этих связей, тем самым получая возможность использовать хорошо разработанный аппарат линейного программирования.
4. Платой за применяемые упрощения являются потери в точности описания, а для некоторых задач и потеря смысла самой проблемы. В области внешнеторговых отношений таковыми, например, являются вопросы увеличения масштабов поставок товара на экспорт, переход на новую технологию, закупленную по импортному контракту и ряд других вопросов внешней торговли.

5. Нелинейные модели сложнее линейных, поэтому разработанные для них методы решения имеют определенные ограничения по сравнению с методами решения линейных задач. Тем не менее, менеджменту организаций сегодня ясна необходимость использования именно нелинейных моделей при анализе бизнес операций, проходящих во внешнеэкономической сфере, как наиболее полное представление об оптимальном решении.
6. Менеджмент организации в процессе оценки эффективности внешнеэкономического направления должен ориентироваться не только на значение экономических показателей, но, и привлекая математический аппарат, разработанный для марковских процессов, определять оптимальные варианты направления развития каждого подразделения организации.
7. Предлагаемый метод оценки эффективности изменения организацией своей внешнеэкономической стратегии, основанный на методе динамики средних, позволяет не только прогнозировать внешнеэкономическую деятельность, но и получить оптимальные характеристики бизнес-процессов, что делает его предпочтительным, учитывая и возможности фактического применения.
8. Тихонов В.И. Статистическая теория радиотехнических устройств [Текст] / В.И. Тихонов. – М. : Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1965. – 463 с.

### Ключевые слова

Внешнеторговый проект; эффективность; внутренняя норма рентабельности; чистая приведенная стоимость; стандартное отклонение; марковский процесс; метод динамики средних; интенсивность потока событий; численность состояния.

*Мартыанова Ольга Владиславовна*

### РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность темы обусловлена санкционной политикой западных стран, проводимой по отношению к Российской Федерации, что заставляет организации создавать прогнозные модели своей внешнеэкономической стратегии для выработки ее оптимальных вариантов. Решение такой сложной задачи требует анализа проблемы посредством экономико-математических методов для получения наилучшего решения. Анализ эффективности изменений внешнеэкономической деятельности организации методом динамики средних позволит собственнику принять финансово грамотное решение, которое, впоследствии окажет положительное влияние на его бизнес.

Научная новизна заключается в предложенной автором модели оценки изменений внешнеэкономических операций, с применением метода динамики средних к оценке эффективности системы, состоящей из неоднородных элементов, что позволяет получить адекватные прогнозные оценки. Положительно можно оценить представленный иллюстративный материал.

Практическая значимость проведенной научной работы, результаты которой нашли свое отражение в данной статье, заключается в том, что они являются основой алгоритмов для компьютерной программы, позволяющей моделировать оптимальные характеристики внешнеэкономической деятельности организации в условиях неопределенности.

Заключение: рецензируемая статья отвечает требованиям, предъявляемым к научным публикациям, и может быть рекомендована к опубликованию.

*Васильчук О.И., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой бухгалтерского учета, анализа и аудита Поволжского государственного университета сервиса, финансовый директор ООО Аудит-Право.*

### Литература

1. Вентцель Е.С. Исследование операций [Текст] / Е.С. Вентцель. – М. : Советское радио, 1972. – 552 с.
2. Лабскер Л.Г. Вероятностное моделирование в финансово-экономической области [Текст] : учеб. пособие / Л.Г. Лабскер. – 2-е изд. – М. : ИНФРА-М, 2014. – 172 с.
3. Международный валютный фонд [Электронный ресурс] : официальный сайт. – Режим доступа: <http://www.imf.org/external/russian/>.
4. Мельник М.В. Анализ и контроль в коммерческой организации [Текст] : учеб. / М.В. Мельник, В.В. Бердников. – М. : Эксмо, 2011. – 560 с.
5. Министерство экономического развития РФ [Электронный ресурс] : официальный сайт. Режим доступа : <http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/201409261>.
6. Пласкова Н.С. Стратегический и текущий экономический анализ [Текст] : учеб. / Н.С. Пласкова. – М. : Эксмо, 2010. – 640 с.
7. ТАСС [Электронный ресурс] : официальный сайт. Режим доступа: <http://tass.ru/ekonomika/2059679>.