

### 3.7. ПРИМЕНЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНО- СТИ ВНЕШНЕТОРГОВЫХ СТРАТЕГИЙ ОРГАНИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ АПРИОРНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Мартьянова О.В., к.э.н., докторант, кафедра  
«Бухгалтерский учет, анализ и аудит»

*Орловский государственный университет  
экономики и торговли, г. Орел*

Перейти на ГЛАВНОЕ МЕНЮ

Функционируя в условиях экономической неопределенности организация должна оценивать влияние риска на свои бизнес-стратегии, в том числе и внешнеторговые, используя различные модели принятия решения. Правильный выбор методов поиска оптимального варианта определяет экономическое благополучие экономического субъекта. В статье предлагается дополнить методы выбора вариантов альтернативных решений, основанные на критериях Вальда, Сэвиджа, Гурвица, оценкой финальных вероятностей состояний для систем, в которых выполняются условия для существования дискретного однородного марковского процесса с непрерывным временем, что позволит, снизив величину риска, повысить эффективность внешнеторговой деятельности организации.

Выступая 19 сентября 2015 г. на заседании Военно-промышленной комиссии, Президент России В.В. Путин определил задачи долгосрочных программ, проводимых в оборонно-промышленном комплексе (ОПК) страны [9]. Одной из них является обеспечение финансовой стабильности предприятий отрасли, несмотря на отрицательные изменения ключевых макроэкономических показателей. Глава государства видит возможность ее решения через установление твердых цен на продукцию предприятий ОПК, которые не должны меняться в ходе исполнения государственных контрактов.

По нашему мнению, на заявление Президента РФ должны обратить внимание не только руководители предприятий ОПК, но и владельцы бизнеса, так как именно им в условиях экономической неопределенности надлежит выработать подходы, обеспечивающие сбалансированность финансирования контрактов, в пределах ресурсов, которыми располагают их организации. И если проблемы предприятий ОПК, возникшие в ходе выполнения Государственной программы вооружений, помогает решать правительство, то бизнесу приходится решать свои проблемы самостоятельно, так как само определение предпринимательской деятельности, содержащееся в абз. 3 п. 1 ст. 2 гл. 1 Гражданского кодекса РФ [1], свидетельствует о том, что она связана с рисками.

Несмотря на то, что «финансово-экономическая система РФ выдержала удар изменившихся внешних условий» [11], обратиться к порядку формирования цен на товары, поставляемые в рамках контрактов, в том числе и внешнеторговых, владельцев бизнеса за-

ставили поправки бюджета 2015 г., разработанные Министерством финансов РФ (Минфин РФ) на основе уточненной оценки макроэкономических показателей Министерства экономического развития РФ (Минэкономразвития РФ). Так, первоначальный вариант бюджета на 2015 год формировался из расчета падения российской экономики не на 3,9%, а только на 3%. Планировалось, что средняя цена нефти Urals в 2015 году окажется выше ожидавшейся ранее (53 долл. за баррель против 50 долл.), а курс доллара ниже (61 руб. вместо 61,5 руб.). Прогнозировался уровень инфляции – 12,2%. Ожидалось, что снижение реальной заработной платы составит 8,1% против прироста на 1,2% в 2014 г., а доходы населения упадут на 4% против снижения на 0,7% в 2014 г. [6]. Дополнительные налоговые изъятия глава Минфина РФ считал возможным осуществить только у экспортеров сырья [11].

По нашему мнению, можно считать, что за период с апреля 2015 г. до настоящего времени экономическая обстановка кардинально не изменилась, поэтому поправки в бюджет текущего года не являются действенными. Этот вывод подтверждает и тот факт, что сам Минфин РФ считал ожидаемые доходы 2015 г. конъюнктурными. Так, 302 млрд. руб. явились результатом разницы в цене на нефть. А 374 млрд. руб. поступили в бюджет в I квартале 2015 года в виде налога на добавленную стоимость (НДС) и налога на прибыль, что объясняется ростом продаж ретейлеров в декабре 2014 г., обусловленный активностью населения из-за нестабильности валюты, и отличной работы Федеральной налоговой службы РФ (ФНС РФ) в области администрирования [2]. Кроме того, налог на прибыль организаций увеличился за счет девальвации рубля, доходов от налогообложения дивидендов и процентов.

О жесткости бюджета заявлял и первый заместитель председателя Правительства РФ И. Шувалов, выступая в Совете Федерации 30 сентября 2015 г. По его мнению, необходимо соблюдать бюджетную дисциплину, сделать простой и прозрачной для субъектов малого и среднего предпринимательства систему закупок, которая в РФ не функционирует. Чтобы иметь рост экономики в 2016 г., уже сегодня надо навести порядок с ценами и качеством продукции, которой только крупнейшие государственные компании закупают на 14 трлн. руб. в год [12].

Прибегнуть к помощи банков малый и средний бизнес сможет только в будущем, так как на текущий момент он обеспечивает занятость только одной пятой населения страны, а должен обеспечивать половину. Шувалов надеется сделать доступными кредиты для бизнеса за счет привлечения ресурса Федеральной корпорации по поддержке малого и среднего бизнеса, созданной на базе Агентства кредитных гарантий и МСП-Банка, а также двух банков – ВТБ24 и Сбербанк, что позволит существенно изменить ситуацию в стране.

Оценил перспективы российской экономики и Всемирный банк в своем 34-м докладе «Сложности адаптации и трансформации экономики», опубликованном 30 сентября 2015 г. По мнению банка, неблагоприятные внешнеэкономические условия – падение цен на нефть, сохранение международных санкций поспо-

собствовали сокращению российской экономики в 2015 г. на 3,8% при уровне инфляции в 15,5% [3].

Таким образом, результаты анализа экономического развития страны позволяют сделать вывод о том, что результат бизнес-решения в современных условиях не известен заранее в виду присутствия риска и неопределенности в любых проектах.

При прогнозировании неопределенность можно учитывать с помощью вероятностных моделей, одной из которых является «дерево решений». Результат анализа риска и неопределенности при данном методе зависит от качества первичной информации. Чем точнее определена вероятность, тем меньше неопределенность, связанная с нею. Так как данный метод анализа прост и нагляден, то он является хорошим инструментом представления вероятностной информации владельцу бизнеса.

Рассмотрим следующую ситуацию. Организация изучает вопрос целесообразности выхода на зарубежный рынок со своей линейкой пива премиум класса. Расходы по освоению рынка составят 147 500 долл. США. Вероятность того, что выход на иностранный рынок пройдет успешно, составляет 60%, а вероятность неудачи – 40%. При благополучном освоении нового рынка прибыль организации будет зависеть от курса иностранной валюты. Существует вероятность, равная 40%, что курс иностранной валюты будет соответствовать ожиданиям менеджмента и прибыль организации составит 375 000 долл. США. Валютный курс может быть благоприятным для организации с вероятностью 35%, что позволит получить прибыль в размере 472 500 долл. США. При неблагоприятном курсе, что возможно с вероятностью 25%, организация может получить прибыль только 75 000 долл. США. Владелец бизнеса просит финансовый департамент оценить целесообразность выхода на зарубежный рынок со своим продуктом. Для ответа на поставленный вопрос финансовый департамент построил «дерево решений», представленное на рис. 1.

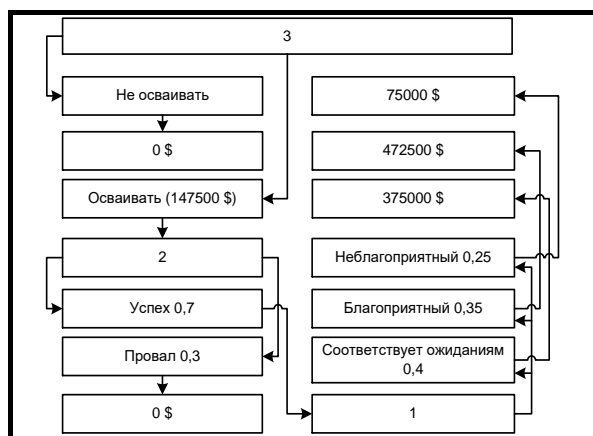


Рис. 1. «Дерево решений» оценки выхода на зарубежный рынок

Ожидаемое значение доходности с учетом курса валюты равно:

$$EV_1 = 375000 * 0,4 + 472500 * 0,35 + 75000 * 0,25 = 334125 \text{ долл.}$$

Ожидаемая доходность от успешного освоения рынка определяется следующим образом:

$$EV_2 = 334125 * 0,7 = 200475 \text{ долл.}$$

Ожидаемая доходность от выхода на новый рынок с учетом затрат на его освоение составит:

$$EV_3 = 200475 - 147500 = 52975 \text{ долл.}$$

Следовательно, финансовый департамент будет рекомендовать владельцу бизнеса выходить на зарубежный рынок, так как эта стратегия максимизирует доходность деятельности организации.

Приведенная ситуация показывает, что основной ценностью «дерева решений» является возможность представления на нем ясного плана всех решений и возможных исходов и то, как они взаимосвязаны между собой. Использованный метод анализа особенно полезен, когда исход одного решения влияет на другое решение. Однако изображение «дерева решений» – это только один из путей принятия оптимального решения. Оно основано на концепции ожидаемых значений и работает на базовом уровне, однако в большинстве случаев решения намного сложнее, поэтому необходимо применять другие методы.

Если лицу, принимающему решение (ЛПР), необходимо сделать выбор между вариантами, то оно ищет компромисс между рисками и ожидаемым вознаграждением. Поиск такого компромисса порождает вопросы поведенческого характера. Одна из поведенческих моделей, используемых для проявления поведенческой оценки отношений к риску, представлена на рис. 2.

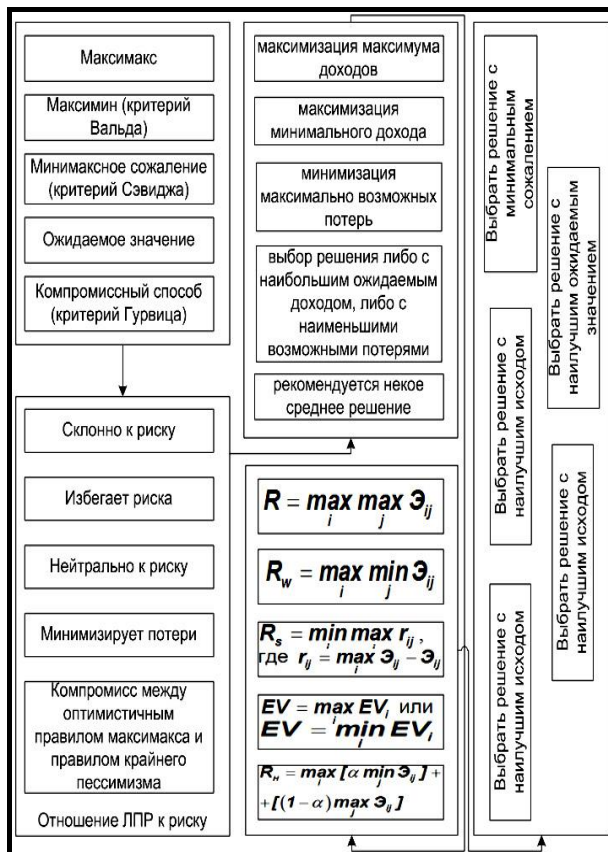


Рис. 2. Модель критериев принятия решения и отношение к риску ЛПР

С помощью метода максимакса рассматриваются возможности, предполагающие самые высокие потенциальные доходы, предполагающие самые высокие потери, игнорируются возможные потери, огромен риск. В основе метода максимин заложен очень осторожный подход, позволяющий сориентировать ЛПР на плохие условия торговли, и рекомендует выбирать тот вариант, для которого минимальный, т.е. гарантированный выигрыш будет максимальным [10, с. 73].

При использовании метода минимаксного сожаления или критерия минимаксного риска Сэвиджа ЛПР должно больше внимания уделять возможным потерям, что, в свою очередь, обеспечивает наименьшее значение максимальной величины риска [10, с. 74]:

$$R_s = \min_i \max_j r_{ij},$$

где  $r_{ij}$  – риск, определяемый следующим образом.

$$r_{ij} = \max_i \mathcal{E}_{ij} - \mathcal{E}_{ij},$$

где  $\max_i \mathcal{E}_{ij}$  – максимально возможный выигрыш по  $i$ -му варианту;

$\mathcal{E}_{ij}$  – номинальный размер эффекта.

Модель прогнозирования, в которой неопределенность учтена с помощью вероятности, построена на оценке ожидаемого значения ( $EV$ ), рассчитываемого путем взвешивания возможных результатов по

степени их вероятности, после чего полученные результаты суммируются, т.е. [7, с. 441]:

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

где  $p_i$  – вероятность  $i$ -го исхода;

$x_i$  – значение  $i$ -го исхода.

Конечным этапом рассматриваемого метода является выбор решения либо с наибольшим ожидаемым доходом, либо с наименьшими возможными потерями. Компромиссный способ или критерий Гурвица принятия решений в условиях неопределенности представляет собой компромисс между оптимистичным правилом максимакса и правилом крайнего пессимизма, максимина (критерий Вальда), т.е. рекомендуется выбрать некое среднее решение [10, с. 75]:

$$R_n = \max_i \left[ \alpha \min_j \mathcal{E}_{ij} + (1-\alpha) \max_j \mathcal{E}_{ij} \right],$$

где  $\alpha$  - коэффициент, который выбирается экспертами из интервала от нуля до единицы и показывает вероятность наступления события с низким или высоким выигрышем.

Рассмотрим ситуацию. Департамент маркетинга организации должен выбрать один из четырех маркетинговых проектов для вывода на рынок нового сорта пива премиум класса.

Чистый приток денежных средств за год зависит от проекта, который будет выбран маркетологами, и от условий, доминирующих на рынке в момент вывода нового продукта.

Существует три возможных варианта развития рыночных условий, однако вероятность реализации каждого из них неизвестна.

Величины чистого притока денежных средств за год для каждого из возможных вариантов представлены в табл. 1.

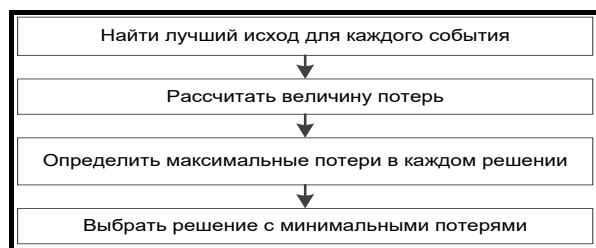
Маркетологи попросили финансовый департамент оценить варианты проекта.

Таблица 1

ЧИСТЫЙ ПРИТОК ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ У РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ РЫНКА

Вариант рыночных условий	Маркетинговый проект				
	единица измерения	I	II	III	IV
Плохие	Тыс. долл. США	135	173	165	143
Средние	Тыс. долл. США	143	150	158	206
Хорошие	Тыс. долл. США	413	195	154	375

Для принятия решения финансисты решили применить критерий минимаксного сожаления, алгоритм использования которого представлен на рис. 3.



**Рис. 3. Алгоритм применения метода минимаксного сожаления**

Департамент финансов составил матрицу минимаксных потерь, которая представлена в виде табл. 2.

**Таблица 2**

**МАТРИЦА МИНИМАКСНЫХ ПОТЕРЬ**

Вариант рыночных условий	Маркетинговый проект				
	единица измерения	I	II	III	IV
Плохие	Тыс. долл. США	38	0	8	30
Средние	Тыс. долл. США	63	56	48	0
Хорошие	Тыс. долл. США	0	218	259	38

**Максимальное сожаление по проекту I составляет 63000 долл. США;**

**максимальное сожаление по проекту II составляет 218000 долл. США;**

**максимальное сожаление по проекту III составляет 259000 долл. США;**

**максимальное сожаление по проекту IV составляет 38000 долл. США.**

Значит, если маркетологи хотят минимизировать максимальные потери, то им необходимо рекомендовать выбрать проект IV.

Если бы финансовый департамент применил к анализируемой задаче максиминный критерий, то маркетологам следовало остановить свой выбор на проекте III, так как:

**минимальный результат по проекту I равен 135 000 долл. США;**

**минимальный результат по проекту II равен 150 000 долл. США;**

**минимальный результат по проекту III равен 154 000 долл. США;**

**минимальный результат по проекту IV равен 143 000 долл. США.**

Следовательно, при условии, что они хотят максимизировать минимальный доход, который получит организация от внедрения нового сорта пива премиум класса, департамент маркетинга должен выбрать проект III.

При использовании максимаксного критерия максимально допустимый результат – 413 000 долл. США возможен при выборе проекта I.

Следующая ситуация. Организация-импортер заключила контракт на поставку пива премиум класса. Однако не провела изучение спроса на данную ассортиментную линейку. Условия внешнеторгового контракта предусматривают три уровня объема закупок – высокий, средний и низкий. Прибыль, которую может получить, организация от реализации

нового товара при возможном уровне спроса и объеме поставки, представлена в табл. 3.

**Таблица 3**

**ПРИБЫЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ ПРИ ВОЗМОЖНЫХ УРОВНЯХ СПРОСА И ОБЪЕМА ПОСТАВКИ**

Уровень спроса	Единица измерения	Объем поставки		
		высокий	средний	низкий
Хороший	Тыс. долл. США	525	225	190
Удовлетворительный	Тыс. долл. США	130	300	150
Плохой	Тыс. долл. США	(75)	(19)	(38)

Владелец бизнеса просит департамент финансов определить объем поставок, который целесообразно осуществить в рамках внешнеторгового контракта.

Если для принятия решения департамент финансов применит максиминный критерий, то, руководствуясь матрицей эффектов по вариантам альтернативных решений (табл. 4), владельцу бизнеса будет рекомендовано выбрать средний объем поставок, так как наихудшим результатом этого предложения является убыток в размере 19 000 долл. США, т.е. предложен вариант, для которого минимальный выигрыш будет максимальным.

**Таблица 4**

**МАТРИЦА ЭФФЕКТОВ ПО ВАРИАНТАМ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ РЕШЕНИЙ**

Уровень спроса	Единица измерения	Объем поставки		
		высокий	средний	низкий
Хороший	Тыс. долл. США	525	225	190
Удовлетворительный	Тыс. долл. США	130	300	150
Плохой	Тыс. долл. США	(75)	(19)	(38)
Эффект		-	-	-
Эффект	min	(75)	(19)	(38)
Эффект	max	525	300	190

В том случае, если финансовый департамент будет использовать максимаксный критерий принятия решения, то он предложит владельцу бизнеса остановиться на высоком объеме поставок, поскольку, игнорируя возможные потери, при этом объеме можно получить максимальную прибыль, равную 525 000 долл. США.

Оценка объемов закупок пива премиум класса на основе критерия минимаксного сожаления также укажет на целесообразность выбора высокого уровня закупок по внешнеторговому контракту посредством матрицы минимаксных потерь (табл. 5).

**Таблица 5**

**МАТРИЦА МИНИМАКСНЫХ ПОТЕРЬ**

Уровень спроса	Единица измерения	Объем поставки		
		высокий	средний	низкий
Хороший	Тыс. долл. США	0	300	335
Удовлетворительный	Тыс. долл. США	170	0	150
Плохой	Тыс. долл. США	56	0	19
Максимальное сожаление		170	300	335

Принятие решения с использованием критериев необходимо и в следующей ситуации. Коммерческому директору нужно определить цену реализа-

ции на новый сорт пива премиум класса в условиях экономической неопределенности на рынке. Состояние экономической среды может демонстрировать признаки рецессии, роста или подъема. Коммерческий директор обратился за помощью к финансовому департаменту, который для принятия решения сформировал матрицу сожаления (табл. 6), отражающую потери по каждому из возможных результатов в зависимости от принятого решения.

Таблица 6

**МАТРИЦА РИСКОВ ПО ВАРИАНТАМ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ РЕШЕНИЙ**

Состояние экономики	Цена реализации товара				
	единица измерения	30	35	38	43
Стремительный подъем	Долл. США	7700	0	15000	22500
Рост	Долл. США	16000	7900	0	16000
Рецессия	Долл. США	0	5600	13000	19000

Анализ матрицы рисков по вариантам альтернативных решений показал следующее:

**максимальное сожаление при цене реализации в 30 долл. США составляет 16 000 долл. США;**

**максимальное сожаление при цене реализации в 35 долл. США составляет 7 900 долл. США;**

**максимальное сожаление при цене реализации 38 долл. США составляет 15 000 долл. США;**

**максимальное сожаление при цене реализации 43 долл. США составляет 22 500 долл. США.**

Поэтому, если коммерческий директор имеет цель минимизировать максимальные потери, то желательно выбрать цену реализации в размере 35 долл. США.

По результатам проведенного анализа было установлено, что итоговая оценка определяется критерием, выбранным экспертом, для принятия решения. Однако операции, протекающие в финансово-экономических системах, можно смоделировать для получения конкретных результатов за счет применения математических методов. Одним из видов вероятностных моделей являются марковские процессы, которые предлагается применить к анализу эффективности бизнес-операций. Например, ситуацию выхода организации на внешнеторговый рынок с новой ассортиментной линейкой, рассмотренную выше, можно решить с применением марковских процессов. Для этого сформулируем исходные условия. Внешнеторговый рынок пива премиум класса может находиться в одном из трех исключаящих друг друга состояниях:

- $S_1$  – рынок в стадии равновесия, при котором спрос равен предложению;
- $S_2$  – рынок с преобладанием продавца, когда спрос на товар превышает предложение;
- $S_3$  – рынок с господством покупателя, то есть предложение товара превышает спрос на них.

Информационные данные, полученные департаментом маркетинга организации при изучении сегментов рынка пива премиум класса, показали, что его состояние в будущем будет зависеть от состояния пивного рынка в настоящее время. При этом доказано, что рынок переходит из состояния в состояние случайным образом в любые моменты времени. Изменение плотности вероятностей переходов из состояния в состояние очень мало на протяжении анализируемого периода и определяется матрицей следующего вида:

$$\delta = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 5 \\ 2 & 0 & 4 \\ 1 & 3 & 0 \end{pmatrix}.$$

Владелец бизнеса просит финансовый департамент сделать прогноз состояния внешнеторгового рынка пива премиум класса на среднесрочную перспективу и стоит ли организации со своим товаром выходить на него?

Из условий следует, что в системе  $S$ , в качестве которой финансовый департамент рассматривает внешнеторговый рынок пива премиум класса, протекает дискретный однородный случайный процесс с непрерывным временем, поэтому случайный процесс, протекающий в системе  $S$ , можно считать марковским, обладающим свойством отсутствия последствия. Данное свойство состоит в том, что для каждого момента времени  $t_0$  вероятность любого состояния  $S(t)$  системы  $S$  в будущем, то есть при  $t > t_0$ , зависит только от ее состояния  $S(t_0)$  в настоящем, то есть при  $t = t_0$  и не зависит от того, как и сколько времени развивался этот процесс в прошлом, при  $t < t_0$  [5, с.7]. Дискретность процесса следует из того, что множество состояний анализируемой системы  $S$  конечно  $\{s_1, s_2, s_3\}$ . А так как переход системы  $S$  из состояния в состояние может произойти в любой, случайный момент времени, то его можно квалифицировать как марковский процесс с непрерывным временем.

Анализ дискретных марковских процессов, протекающих в системе  $S$ , целесообразно проводить с использованием графа ее состояний, который представлен на рис. 4.

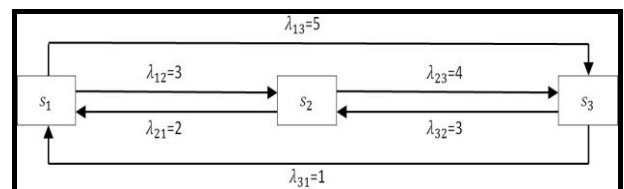


Рис. 4. Размеченный граф состояний

Из графа видно, что система  $S$  является эргодической, так как из любого своего состояния может за конечное число шагов перейти в любое другое состояние. Так, из состояния  $s_1$  система  $S$  может перейти в любое другое состояние по следующему пути (рис. 5).

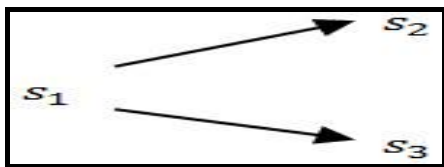


Рис. 5. Эргодическая система

Доказано, что существуют финальные вероятности состояний [5, с. 115], при условии, что число состояний системы  $S$  конечно, система  $S$  является эргодической и все потоки событий, порождающие переходы системы  $S$  из состояния в состояние, являются простейшими. Так как для рассматриваемой системы  $S$  выполняются все вышеперечисленные условия, то существуют финальные вероятности её состояний  $p_1, p_2, p_3$ , не зависящие ни от времени, ни от начального состояния системы  $S$ . Эти финальные вероятности и содержат информацию о среднесрочном прогнозе состояния внешнеторгового рынка пива премиум класса.

Составим однородную систему  $n = 3$  алгебраических линейных уравнений относительно трех неизвестных  $p_1, p_2, p_3$ .

$$\begin{cases} -8p_1 + 2p_2 + p_3 = 0, \\ 3p_1 - 6p_2 + 3p_3 = 0, \\ 5p_1 + 4p_2 - 4p_3 = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Проведем ряд преобразований в системе (1). Тогда получим:

$$\begin{cases} p_3 = 8p_1 - 2p_2, \\ 27p_1 - 12p_2 = 0, \\ 5p_1 + 4p_2 - 4p_3 = 0. \end{cases}$$

Откуда

$$\begin{cases} p_3 = 8p_1 - 2p_2, \\ p_1 = 0,44p_2, \\ 5p_1 + 4p_2 - 4p_3 = 0. \end{cases}$$

Подставив выражение для  $p_1$  в первое уравнение, найдем  $p_3$ :

$$\begin{cases} p_3 = 1,56p_2, \\ p_1 = 0,44p_2, \\ 5p_1 + 4p_2 - 4p_3 = 0. \end{cases}$$

Следовательно, общее решение системы (1), зависящее от одного свободного параметра  $p_2 \in [0, 1]$ , и представляющее собой множество всех частных решений имеет вид:

$$(p_1 = 0,44p_2; p_2; p_3 = 1,56p_2). \quad (2)$$

Руководствуясь частными решениями (2), необходимо найти то, которое будет удовлетворять нормировочному условию

$$p_1 + p_2 + p_3 = 1. \quad (3)$$

Подставив в выражение (3) значения  $p_1, p_2, p_3$  найденные выше, получим следующее равенство:

$$0,44p_2 + p_2 + 1,56p_3 = 1.$$

Откуда

$$p_2 = 0,33.$$

Тогда

$$p_1 = 0,44p_2 = 0,44 \times 0,33 = 0,14;$$

$$p_3 = 1,56p_2 = 1,56 \times 0,33 = 0,51.$$

Таким образом, среднесрочный прогноз состояния внешнеторгового рынка пива премиум класса состоит в том, что по истечении времени продолжительностью от одного года до двух лет вероятнее всего ( $p_3 = 0,51 > p_1, p_2$ ) рынок будет в состоянии перепроизводства, при котором предложение товара будет превышать спрос на него. Значит, организации не стоит рисковать и выходить с новым продуктом на внешний рынок.

Результаты полученных расчетов подтверждает и прогноз Всемирной торговой организации (ВТО) относительно роста мировой торговли. Так, эксперты ВТО считают, что в 2015 г. объем международной торговли вырастет только на 2,8% вместо 3,3% предсказанных в апреле 2015 г. Прогноз роста мировой торговли на 2016 г. снижен с 4% до 3,9% [8]. Причинами снижения мировой торговли выступают факторы, повлиявшие на мировую экономику в первой половине 2015 г. Среди них можно выделить такие как снижение спроса на импортные товары в Китае, Бразилии и других развивающихся экономиках, падение цен на нефть, существенные колебания валютных курсов.

По нашему мнению, следует считать, что действия менеджмента организаций, работающих на рынке пива, падение которого продолжается последние семь лет, направлены на повышение эффективности деятельности экономического субъекта, чему в немалой степени способствует политика ценообразования на свою продукцию. Получить конкретные результаты в принятии решения относительно выбора цены на товар позволяют финальные вероятности состояний системы.

Вероятности состояний системы в финальном стационарном режиме называются финальными. При этом под финальным стационарным режимом процесса понимают такое его состояние, при котором вероятности состояний системы уже не зависят ни от времени, ни от начального распределения вероятностей [5, с. 105].

Рассмотрим конкретную ситуацию с оценкой финальных вероятностей системы. Владелец бизнеса поручил департаменту маркетинга провести исследование внешнеторгового рынка по сегменту пива премиум класса для женщин, результаты которого показали, что рыночная цена за единицу товара находится в диапазоне от 14 долл. США до 37 долл. США. Владельцу бизнеса, рассматривающего в качестве системы сегмент пива премиум класса для женщин, интересны четыре состояния данной системы, отличающиеся величиной рыночной цены единицы товара:

$s_1$  - от 14 долл. США до 19 долл. США;

$s_2$  - от 19 долл. США до 23 долл. США;

$s_3$  - от 23 долл. США до 33 долл. США;

$s_4$  - от 33 долл. США до 37 долл. США.

Маркетологи отметили, что рыночная цена единицы пива данного вида в будущем существенно зависит от ее величины в текущий момент времени. В тоже время неопределенность внешнего рынка может привести к изменению рыночной цены пива данного сегмента в любой случайный момент времени. Переходы системы  $S$  из одного состояния в другое не зависят от времени  $t$  и задаются матрицей плотностей вероятностей переходов  $\delta$  следующего вида:

$$\delta = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & 4 & 1 \\ 5 & 3 & 0 & 2 \\ 7 & 2 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

Владелец бизнеса просит финансовый департамент составить среднесрочный прогноз рыночной цены на пиво премиум класса для женщин и дать ему рекомендацию о целесообразности закупки данного товара по цене 17 долл. США.

Из первоначальных условий следует, что в системе  $S$  протекает дискретный однородный марковский случайный процесс с непрерывным временем. Поэтому все потоки событий, порождающие переходы системы  $S$  из состояния в состояние, – простейшие.

Размеченный граф состояний системы  $S$  представлен на рис. 6. Так как из любого состояния система  $S$  за конечное число шагов может перейти в любое другое свое состояние, то она является эргодичной, что отражает граф, представленный на рис. 7.

Если система  $S$  является эргодической, а число её состояний конечно и все потоки событий, порождающие её переходы из одного состояния в другое, являются простейшими, то существуют финальные вероятности состояний  $p_1, p_2, p_3, p_4$ , не зависящие ни от времени, ни от начального состояния самой системы  $S$ .

Составим однородную систему  $n$  алгебраических линейных уравнений относительно  $n$  неизвестных  $p_i, i=1, \dots, n$ , руководствуясь правилом [5, с. 116]:

$$-(\sum_{j=1}^n \lambda_{ij})p_i + \sum_{j=1}^n \lambda_{ji}p_j = 0, \quad i = 1, \dots, n, \quad (4)$$

где  $\lambda_{ij}$  – плотности вероятностей переходов, соответствующих стрелкам на размеченном графе, выходящим из  $i$ -го состояния  $s_i$ ;

$\lambda_{ji}$  – плотности вероятностей переходов, соответствующих стрелкам на размеченном графе, входящим в состояние  $s_i$  из состояния  $s_j$ ;

$p_i, p_j$  – финальные вероятности состояний  $s_i, s_j$ , соответственно.

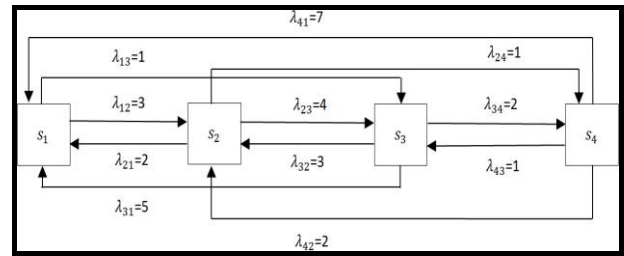


Рис. 6. Размеченный граф состояний

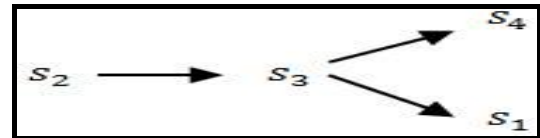


Рис. 7. Эргодическая система

Формула (4) есть система дифференциальных уравнений Колмогорова:

$$-(\sum_{j=1}^n \lambda_{ij})p_i + \sum_{j=1}^n \lambda_{ji}p_j = \frac{dp_i(t)}{dt}, \quad i = 1, \dots, n, \quad t \geq 0,$$

при  $p_i = \lim_{t \rightarrow +\infty} p_i(t)$ .

Если  $n=4$ , то получим следующую систему уравнений по формуле (4):

$$\begin{cases} -4p_1 + 2p_2 + 5p_3 + 7p_4 = 0, \\ 3p_1 - 7p_2 + 3p_3 + 2p_4 = 0, \\ p_1 + 4p_2 - 10p_3 + p_4 = 0, \\ p_2 + 2p_3 - 10p_4 = 0. \end{cases} \quad (5)$$

Проведем алгебраические преобразования:

$$\begin{cases} -4p_1 + 2p_2 + 5p_3 + 7p_4 = 0 \\ 3p_1 - 7p_2 + 3p_3 = 0, \\ p_1 - 18p_3 + 41p_4 = 0, \\ p_2 = -2p_3 + 10p_4. \end{cases}$$

Последующие преобразования приведут к системе уравнений вида:

$$\begin{cases} -4p_1 + 2p_2 + 5p_3 + 7p_4 = 0, \\ 71p_3 - 191p_4 = 0, \\ p_1 = 18p_3 - 41p_4, \\ p_2 = -2p_3 + 10p_4. \end{cases}$$

Тогда

$$\begin{cases} -4p_1 + 2p_2 + 5p_3 + 7p_4 = 0, \\ p_3 = 2,69p_4, \\ p_1 = 7,42p_4, \\ p_2 = 4,62p_4. \end{cases}$$

Следовательно, найдено общее решение системы уравнений (5), зависящее от одного неизвестного параметра  $p_4$ , в виде:

$$(p_1 = 7,42p_4; p_2 = 4,62p_4; p_3 = 2,69p_4; p_4).$$
 (6)

Решение вида (6) есть множество всех частных решений системы уравнений (5), которое должно удовлетворять нормировочному условию

$$p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = 1. \quad (7)$$

Подставив в условие (7) общее решение (6) получим  $p_4$ :

$$7,42p_4 + 4,62p_4 + 2,69p_4 + p_4 = 1.$$

Откуда

$$p_4 = 0,06.$$

Тогда

$$p_1 = 0,45;$$

$$p_2 = 0,28;$$

$$p_3 = 0,16.$$

Таким образом, среднесрочный прогноз рыночной цены пива премиум класса для женщин заключается в том, что вероятнее всего цена продукта на внешнеторговом рынке будет находиться в пределах от 14 долл. США до 19 долл. США. Поэтому владельцу бизнеса стоит рискнуть и заключить контракт на закупку данного вида пива по цене 17 долл. США.

Вопрос цены товара для владельца бизнеса является очень важным, так как он, занимаясь стратегическими вопросами, в условиях экономической неопределенности не должен допустить перебои с доходами, зарплатой или самим бизнесом. А для этого необходимо проводить комплексный анализ среды деятельности экономического субъекта. По данным, содержащимся в отчете Национального бюро кредитных историй, опубликованного 21 октября 2015 г., доходы, которыми реально располагало население в сентябре 2015 г., в годовом выражении сократились на 4,3%. В то же время реальная зарплата, то есть покупательная способность денег, за год сократилась на 9,7% при годовой инфляции 15,7% [4]. Поэтому бизнес-сообщество, формируя ценовую политику в своем сегменте, должно понимать приоритеты, стоящие у их потенциальных покупателей – уменьшать потребительские расходы или избавляться от долговой нагрузки.

Считаем, что бизнес-операции будут эффективны, если правильно сделан прогноз развития ситуации на рынке данного товара, чему может способствовать модель анализа цен на ассортиментную линейку новых SKU организации на основе марковских процессов с непрерывным временем, называемая процессом гибели и размножения. Отличительной особенностью данного вида процесса является возможность перехода системы, в которой протекает процесс гибели и размножения, из любого своего состояния в одно из его соседних состояний [5, с. 123].

Рассмотрим ситуацию оценки эффективности бизнес-операций с применением моделирования процесса гибели и размножения. Департамент маркетинга предоставил владельцу бизнеса данные исследования, проведенные на рынке пива премиум класса в сегменте холодного охмеления. Результаты исследования показали, что цена за единицу товара может находиться в пределах от 22 долл. США до 37 долл. США. Так как одной из стратегических целей организации является пополнение своей ассортиментной линейки новым SKU, то владельца бизнеса интересует пять сценариев развития ситуации относительно изменения закупочной цены на данный вид пива, а именно:

$s_1$  – от 22 долл. США до 25 долл. США;

$s_2$  – от 25 долл. США до 28 долл. США;

$s_3$  – от 28 долл. США до 31 долл. США;

$s_4$  – от 31 долл. США до 34 долл. США;

$s_5$  – от 34 долл. США до 37 долл. США.

Владелец бизнеса просит финансовый департамент спрогнозировать на краткосрочную перспективу рыночную цену на пиво данного вида и оценить выгоду предложения иностранного партнера о закупке товара по цене 33 долл. США.

В качестве системы  $S$  финансовый департамент выбрал одну единицу анализируемого товара. Коммерческий департамент отметил, что рыночная цена на данный товар в будущем зависит только от его цены на данный момент времени. При случайных воздействиях рынка изменение цены может произойти случайным образом в любой момент времени, но при этом по абсолютному значению колебание цены не будет превосходить 3 долл. США. Переход системы  $S$  из состояния в состояние характеризуются плотностями вероятностей переходов, значения которых сведены в матрицу следующего вида:

$$\theta = \begin{pmatrix} 0 & 7 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 9 & 0 \end{pmatrix}. \tag{8}$$

При этом изменения значений плотностей вероятностей переходов во времени настолько малы, что ими можно пренебречь. По матрице (8) размеченный граф состояний имеет вид, представленный на рис. 8.

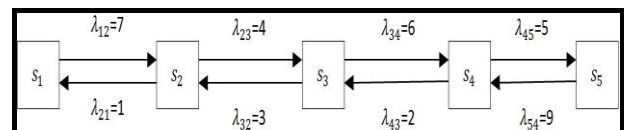


Рис. 8. Граф состояний системы  $S$ , в которой протекает процесс гибели и размножения

Поскольку исследуемая система  $S$  может находиться только в одном из отмеченных пяти состояний, то процесс, протекающей в ней, является дискретным. В виду того, что цена единицы товара в будущем зависит от его цены в настоящее время, то данный процесс можно считать марковским. Так как изменение цены может осуществляться в любой случайный момент времени, то протекающий в системе  $S$  процесс характеризуется как процесс с непрерывным временем. Информация коммерческого отдела о пределе абсолютного изменения цены указывает на возможность перехода системы  $S$  только в соседнее состояние. В силу того что плотности вероятностей переходов можно считать постоянными, процесс является однородным. Значит, в системе  $S$  протекает однородный марковский дискретный процесс с непрерывным временем. Анализ графа (рис. 8) и матрицы  $\theta$  (8) показывает, что процесс, проходящий в системе  $S$ , является процессом



гибели и размножения для которого существуют финальные вероятности  $p_1, p_2, p_3, p_4, p_5$ .

В работе [5, с. 124] показано, что финальные вероятности  $p_1, \dots, p_n$  процесса гибели и размножения с непрерывным временем можно вычислить по формулам

$$\begin{cases} p_1 = \left(1 + \sum_{k=2}^n \alpha_k\right)^{-1}, k = 2, \dots, n, \\ p_k = \alpha_k p_1, \end{cases} \quad (9)$$

где

$$\alpha_k = \frac{\lambda_{12} \lambda_{23} \dots \lambda_{k-1,k}}{\lambda_{k,k-1} \lambda_{k-1,k-2} \dots \lambda_{21}}, k = 2, \dots, n. \quad (10)$$

Используя выражение (10) и матрицу  $\theta$  (8) произведем расчет параметров  $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$ . В результате имеем:

$$\alpha_2 = \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{21}} = \frac{7}{1} = 7;$$

$$\alpha_3 = \frac{\lambda_{12} \lambda_{23}}{\lambda_{32} \lambda_{21}} = \frac{7 * 4}{3 * 1} = 9,33;$$

$$\alpha_4 = \frac{\lambda_{12} \lambda_{23} \lambda_{34}}{\lambda_{43} \lambda_{32} \lambda_{21}} = \frac{7 * 4 * 6}{2 * 3 * 1} = 28;$$

$$\alpha_5 = \frac{\lambda_{12} \lambda_{23} \lambda_{34} \lambda_{45}}{\lambda_{54} \lambda_{43} \lambda_{32} \lambda_{21}} = \frac{7 * 4 * 6 * 5}{9 * 2 * 3 * 1} = 15,56.$$

Подставляя полученные значения параметров  $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$  в первое уравнение системы (9) получим следующее равенство:

$$\begin{aligned} p_1 &= (1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5)^{-1} = \\ &= (1 + 7 + 9,33 + 28 + 15,56)^{-1} = 0,016. \end{aligned}$$

Тогда, согласно второму уравнению системы (9), имеем следующие значения финальных вероятностей:

$$p_2 = \alpha_2 * p_1 = 7 * 0,016 = 0,112;$$

$$p_3 = \alpha_3 * p_1 = 9,33 * 0,016 = 0,149;$$

$$p_4 = \alpha_4 * p_1 = 28 * 0,016 = 0,448;$$

$$p_5 = \alpha_5 * p_1 = 15,56 * 0,016 = 0,249.$$

Таким образом, краткосрочный прогноз рыночной цены пива премиум класса холодного охмеления состоит в том, что по истечении года вероятнее всего ( $p_4 = 0,448 > p_1, p_2, p_3, p_5$ ) цена единицы товара будет колебаться в пределах от 31 долл. США до 34 долл. США. Поэтому финансовый департамент, оценив риски, предложит владельцу бизнеса заключить внешнеторговый контракт на покупку данного вида пива по цене 33 долл. США.

Систематизируя результаты проведенного анализа, можно сделать следующие выводы.

1. Обоснованный выбор метода поиска оптимального варианта решения, основанный на критериях Вальда, Сэвиджа, Гурвица, максимакса, позволяет снизить величину риска при принятии решения в условиях неопределенности.
2. Для проведения надежных расчетов по оценке эффективности внешнеторговой деятельности организации

необходимо применять математический аппарат марковских процессов в виду отсутствия достоверной информации о прошлом.

3. Решение стратегических задач на внешнеторговом рынке, включая политику ценообразования, организация должна проводить с помощью финальных вероятностей состояний системы, что позволяет учесть влияние риска и неопределенности при использовании различных моделей принятия решений.
4. Применение финальных вероятностей в формировании прогнозов на кратко- и среднесрочную перспективу позволяют учесть в моделях принятия решений параметры, оказывающих существенное влияние на результаты внешнеторговых проектов.
5. Финальные вероятности характеризуют время пребывания системы в некотором  $i$ -м состоянии после того, как установился финальный стационарный режим, при котором вероятности состояний системы не зависят ни от времени, ни от начального распределения вероятностей. Финальные вероятности определяются из однородной системы линейных алгебраических уравнений, коэффициентами в которых являются плотности вероятностей переходов, являющиеся элементами одноименной матрицы.
6. Для оценки эффективности модели принятия решения в условиях неопределенности можно использовать инструментарий процесса гибели и размножения, являющейся схемой марковского процесса с непрерывным временем.
7. Процесс гибели и размножения позволяет анализировать влияние риска на различных моделях принятия решений, с помощью определения финальных вероятностей используя систему дифференциальных уравнений Колмогорова.
8. В условиях неопределенности выбор решения из возможных вариантов альтернатив осуществляется с использованием матрицы эффектов.
9. Принятие решения, без использования численных значений вероятностей исходов, зависит от качества исходной информации.
10. Прежде чем выбирать критерии оценки различных вариантов возможных решений необходимо понять стратегию бизнеса.

### Литература

1. Гражданский кодекс РФ [Электронный ресурс] : часть первая от 30 нояб. 1994 г. №51-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Вислогузов В. Бюджету-2015 убавили драматизма [Электронный ресурс] / В. Вислогузов // Коммерсант.ru : официальный сайт. URL: <http://www.kommersant.ru/doc/2821291>.
3. Интерфакс [Электронный ресурс]: официальный сайт. – Режим доступа: <http://www.interfax.ru/business/470249>.
4. Качурин М. Раньше срока: стоит ли досрочно выплачивать долги банкам [Электронный ресурс] / М. Качурин // РБК : официальный сайт. URL: <http://money.rbc.ru/news/5627876f9a7947a324bc74db>.
5. Лабскер Л.Г. Вероятностное моделирование в финансово-экономической области [Текст]: учеб. пособие / Л.Г. Лабскер. – 2-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 172 с.
6. Малышева Е. Минфин приготовился к падению ВВП на 3,9% [Электронный ресурс] / Е. Малышева // РБК : официальный сайт. URL: <http://top.rbc.ru/economics/29/09/2015/560a6c849a79471c903e2f97>.
7. Мельник М.В. Анализ и контроль в коммерческой организации [Текст] : учеб. / М.В. Мельник, В.В. Бердников. – М.: Эксмо, 2011. – 560 с.
8. РБК [Электронный ресурс] : официальный сайт. – Режим доступа: <http://www.rbc.ru/rbcfreenews/560ba4f39a794719d37a377f>.

9. РИА Новости [Электронный ресурс] : официальный сайт. – Режим доступа: [http://ria.ru/defense\\_safety/2015-0919/1263945020.html](http://ria.ru/defense_safety/2015-0919/1263945020.html).
10. Садчиков И.А. Системный анализ в управлении предприятием [Текст] : учеб. пособие / И.А.Садчиков, А.В.Амельченко. – СПб. : СПбГИЭУ, 2003. – 126 с.
11. ТАСС : информационное агентство [Электронный ресурс] : официальный сайт. Режим доступа: <http://tass.ru/ekonomika/2284135>.
12. ТАСС : информационное агентство [Электронный ресурс] : официальный сайт. Режим доступа: <http://tass.ru/ekonomika/2303240>

### Ключевые слова

Эффективность; критерии принятия решения; матрица эффектов по вариантам альтернативных решений; риск; неопределенность; ожидаемое значение; вероятностная модель; матрица плотностей вероятностей переходов; финальные вероятности; процесс гибели и размножения; финальный стационарный режим случайного процесса; нормировочное условие; эргодическая система

*Мартынова Ольга Владиславовна*

### РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность темы обусловлена необходимостью развития инструментария анализа бизнес-решений организации, сопровождающих внешнеторговую деятельность экономического субъекта, с целью повышения эффективности его проектов в условиях неопределенности.

Научная новизна заключается в предложенной автором модели выбора оптимального решения в условиях неопределенности, при которой методы отбора альтернатив, основанные на критериях максимакса, Вальда, Сэвиджа, Гурвица, дополняются оценкой финальных вероятностей для систем с дискретным однородным марковским процессом, что позволяет получить адекватные прогнозные оценки за счет снижения величины риска. Положительно можно оценить представленный иллюстративный материал, который может быть полезен специалистам в процедурах анализа и контроля.

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 на различных моделях принятия решений анализировать влияние риска на переменные, существенно влияющие на эффективность внешнеторговых проектов организации в условиях неопределенности.

В качестве недостатка работы следует отметить отсутствие обоснования числовых величин вероятностей, используемых в вероятностных моделях. Имеются отдельные стилистические недостатки.

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

*Васильчук О.И., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» Поволжского государственного университета сервиса, г. Тольятти, финансовый директор ООО «Аудит-Право», г. Тольятти.*

Перейти на ГЛАВНОЕ МЕНЮ