

УДК 519.866.2

Кисляков А.Н.

ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации. Владимирский филиал», Владимир,
e-mail: ankislyakov@mail.ru

МЕТОД ВИРТУАЛЬНОГО УВЕЛИЧЕНИЯ ВЫБОРКИ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ РЕДКИХ ПРОДАЖ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАЦИОННОЙ АСИММЕТРИИ

Ключевые слова: информационная асимметрия, бутстрэппинг, имитационное моделирование, метод Монте-Карло.

Работа направлена на решение актуальной проблемы прогнозирования редких продаж в условиях изменения конкурентной среды и намерений покупателей. Предлагаемый в работе подход основан на применении метода виртуального увеличения выборки в целях построения более точных вероятностных высказываний относительно социально-экономических показателей на примере рынка легковых автомобилей. Рассмотрена модель выбора оптимальной цены предложения в зависимости от количества конкурентных предложений на основе имитационного моделирования по методу Монте-Карло. Исследованы инструменты моделирования изменения условий конкурентной среды, а также намерений покупателей, порождающие информационную асимметрию на рынке. Построенная модель позволяет провести исследования механизма ценообразования, выполнить оптимизацию стоимости предлагаемого товара, а также выполнить прогноз востребованности и объемов продаж при различном количестве конкурентных предложений и намерениях покупателей. С помощью представленных методов имитационного моделирования исследованы зависимости объемов продаж от стоимости товара, а также намерений покупателей и количества конкурентных предложений, представлены результаты моделирования, на основе которых выстроены вероятностные высказывания относительно получения прибыли и убытков, а также объемов продаж легковых автомобилей различных моделей и марок.

Kislyakov A.N.

Vladimir Branch of RANEPa, Vladimir, e-mail: ankislyakov@mail.ru

METHOD OF VIRTUAL INCREASE IN THE SAMPLE WHEN PREDICTING RARE SALES IN CONDITIONS OF INFORMATION ASYMMETRY

Keywords: information asymmetry, bootstrapping, simulation, Monte Carlo method.

The work is aimed at solving the actual problem of forecasting rare sales in a changing competitive environment and the intentions of buyers. The proposed approach is based on the method of virtual sample increase in order to build more accurate probabilistic statements about socio-economic indicators on the example of the car market. The model of selection of the optimal offer price depending on the number of competitive offers on the basis of simulation by the Monte Carlo method is considered. The tools of modeling changes in the competitive environment, as well as the intentions of buyers, generating information asymmetry in the market. The constructed model allows us to study the pricing mechanism, to optimize the cost of the proposed product, as well as to forecast the demand and sales volumes with a different number of competitive offers and intentions of buyers. With the help of the presented methods of simulation studied the dependence of sales volumes on the value of the goods, as well as the intentions of buyers and the number of competitive offers, the results of modeling, on the basis of which are built probabilistic statements regarding profit and loss, as well as sales volumes of cars of different models and brands.

Введение

В процессе принятия оптимальных управленческих решений наибольший интерес представляет эффективное решение задач прогнозирования, которое позволяет существенно сэкономить материальные, временные и человеческие ресурсы. При этом методы прогнозирования зачастую основаны на ретроспек-

тивных данных о результатах и показателях ведения хозяйственной деятельности экономического субъекта, а точнее на выборке этих показателей за определенный период времени.

Для реализации известных методов прогнозирования исходная информация должна отражать наиболее характерные черты изучаемой совокупности соци-

ально-экономических явлений, процессов или показателей, а число наблюдений должно быть достаточно большим [1].

Однако зачастую возникают такие ситуации, когда для выполнения последующего точного прогноза и анализа недостаточно объема данных выборки, но при этом необходимо построить вероятностные высказывания на основе ретроспективных данных. В этом случае используются инструментальные методы виртуального увеличения объема выборки [2].

Целью исследования является разработка методики прогнозирования редких продаж товаров с использованием методов виртуального увеличения статистической выборки на основе модели поведения участников рынка в условиях информационной асимметрии.

Материал и методы исследования

К одному из наиболее популярных и несложных подходов по увеличению объема выборки относится процедура «бутстрэппинга» [2,3], который позволяет строить эмпирическое распределение вероятностей случайных событий, необходимое для оценки точности выборочного параметра с использованием случайного возврата значений из имеющегося набора данных.

При проведении такой процедуры истинное распределение заменяется выборочным, и вместо истинных параметров необходимо использовать данные по полной выборке. Кроме того, полученный расширенный набор случайных значений позволяет более точно прове-

рить разработанную социально-экономическую модель.

Рассмотрим возможности увеличения объема выборки на примере оценки неопределенности объема будущих продаж и экономических рисков в условиях асимметрии информации на рынке.

В качестве примера возьмем рынок новых автомобилей и проанализируем объемы продаж за определенный период времени. Зачастую автодилеру необходимо выстроить прогноз продаж каждой марки и/или модели автомобиля, к примеру, на два квартала вперед. Для сравнения возьмем три популярных в России модели марки Lada: vesta, granta и largus. Выборка по объемам продаж этих трех моделей с января 2016 г. и по декабрь 2018 г приведена на рисунке 1. На основе этих данных можно рассчитать измерение объема продаж как отношение разности продаж в конце текущего и в конце предыдущего месяца к объему продаж в конце предыдущего месяца.

Для выполнения качественного прогноза необходимо исследовать структуру временного ряда, выбрать трендовую модель, проверить ее на адекватность, исследовать точностные характеристики и т.д. Бутстрэппинг же позволяет без построения прогнозной модели сделать вероятностные высказывания относительно изменения интересующей величины. Рассмотрим, как применяется метод бутстрэппинга для краткосрочного прогнозирования редких продаж с использованием инструментария электронных таблиц [3,4].

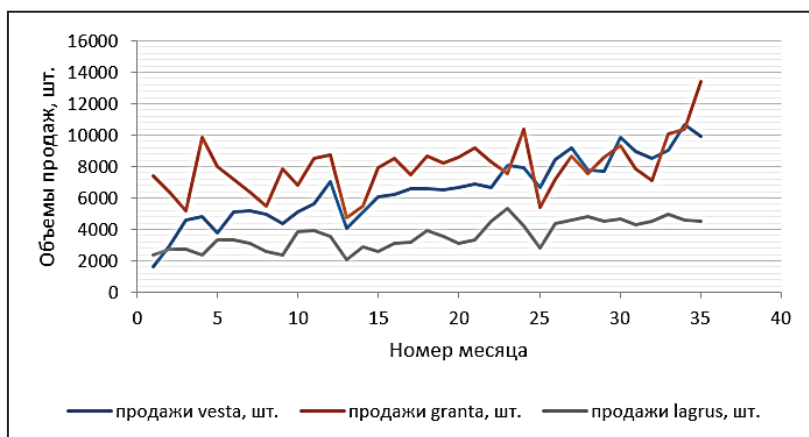


Рис. 1. Объемы продаж новых автомобилей трех марок

Для выполнения качественного прогноза необходимо исследовать структуру временного ряда, выбрать трендовую модель, проверить ее на адекватность, исследовать точностные характеристики и т.д. Бутстрэппинг же позволяет без построения прогнозной модели сделать вероятностные высказывания относительно изменения интересующей величины. Рассмотрим, как применяется метод бутстрэппинга для краткосрочного прогнозирования редких продаж с использованием инструментария электронных таблиц [3,4].

Идея прогнозирования заключается в имитации возможных сценариев поведения кривой продаж, которые берутся из исходного набора данных за 36 месяцев. Причем применение сценария для каждого последующего периода прогнозирования также выбирается из исходного набора. Точкой отсчета для прогноза является значение показателя в конце последнего периода исходных данных. Итак, стоит задача выстроить вероятностные высказывания относи-

тельно снижения/роста продаж автомобилей через 2 квартала. Во-первых, необходимо указать начальный объем продаж для каждой модели авто (ячейка N10 на рисунке 2). Во-вторых, смоделировать повторение сценария за месяцы 1-36 в ячейках Q10:Q15. Причем сценарии по месяцам могут повторяться неоднократно. В ячейках R10:R15 указаны сценарии роста или снижения продаж в соответствии с номером месяца из исходной выборки, так, например, во втором месяце (февраль 2016 г.) наблюдался рост продаж модели lada vesta на 79,9% (рисунок 1). Это связано с выходом данной модели на рынок и повышенным интересом покупателей. Объем продаж в конце указанного периода увеличивается/уменьшается в соответствии с возвращенным из исходной выборки сценарием. Объем продаж в начале следующего периода равен объему продаж в конце предыдущего (рисунок 2а). Таким образом можно определить объем продаж на несколько периодов вперед.

М	N	Q	R	U
Месяц прогноза	начальный объем продаж vesta, шт.	Сценарий по месяцу №	снижение/рост продаж vesta, %	конечный объем продаж vesta, шт.
10	9803	3	0,55499154	15243,58206
11	15243,58206	5	-0,221738229	11863,49718
12	11863,49718	7	0,013650546	12025,44039
13	12025,44039	30	0,282809853	15426,35342
14	15426,35342	24	-0,013761468	15214,06415
15	15214,06415	23	0,216774777	18512,08953

а)

М	N	O
Итерация	конечный объем продаж vesta, шт.	снижение/рост продаж vesta, %
18	12102,07266	0,234527457
19		-0,152874527
20		1,108537258
21		-0,095317694
22		0,907974088
23		1,097977381
24		1,979604093
25		-0,132655875
26		-0,15559521
27		-0,637774514
28		0,210275638
29		

б)

Рис. 2. Модель снижения/роста продаж на 6 периодов в перед (а) и выборка повторения сценариев через 6 месяцев на 1500 значений (часть данных скрыта) (б)

Затем можно непосредственно перейти к самому процессу виртуального увеличения выборки. Для этого необходимо сгенерировать большое количество сценариев объема продаж через 6 месяцев (рисунок 2б). Конечный объем продаж берется на конец 6-го месяца из ячейки U15 на рисунке 2а, и затем для взятого значения прорабатываются 1500 сценариев изменения объема продаж (этого объема достаточно для получения приемлемого уровня точности прогноза). На основании полученного расширенного массива сценариев выполняется анализ статистических показателей и строятся вероятностные высказывания. Например, если необходимо подсчитать вероятность роста продаж, то для этого достаточно из полученного массива на 1500 сценариев подсчитать значения снижения/роста продаж, которые больше нуля и поделить на общий объем расширенной выборки (1500 отсчетов). Если брать вероятность реализации любого сценария из выборки за единицу, то полученный показатель, будет отражать вероятность положительного исхода события, т.е. роста продаж и, например, для модели lada vesta будет составлять 74%. При этом в среднем в последующие 6 мес. будет наблюдаться рост продаж данной модели в среднем на 50% с среднеквадратичным отклонением равным 76%. Это означает что вероятнее всего если закупить большую партию автомоби-

лей, то их удачно удастся реализовать, но при этом высока вероятность риска, мерой которого является среднеквадратическое отклонение.

Результаты исследования и их обсуждение

Вероятностные высказывания на основе увеличенной выборки для автомобилей трех марок показаны на рисунке 3.

Из рисунка 3 видно, что большую вероятность положительной динамики продаж показывает модель vesta, при этом у нее же наблюдаются наименьшие показатели уровня вероятности снижения объемов продаж. Не смотря на то что модели granta и largus показывают практически идентичную отрицательную динамику продаж, то в отношении вероятностных высказываний относительно роста продаж, особенно в больших объемах granta показывает лучшие результаты. Это позволяет сделать соответствующие аналитические выводы относительно количества закупаемых у завода под реализацию автомобилей. Следует отметить что все три модели имеют положительную динамику продаж. Однако модель lada largus показывает более стабильные характеристики относительно прогнозных значений продаж (таблица 1), хотя и средний ежемесячный прирост продаж этой модели этой невелик – 1,8%, в отличии от granta – 10,4% и vesta – 53,4%.

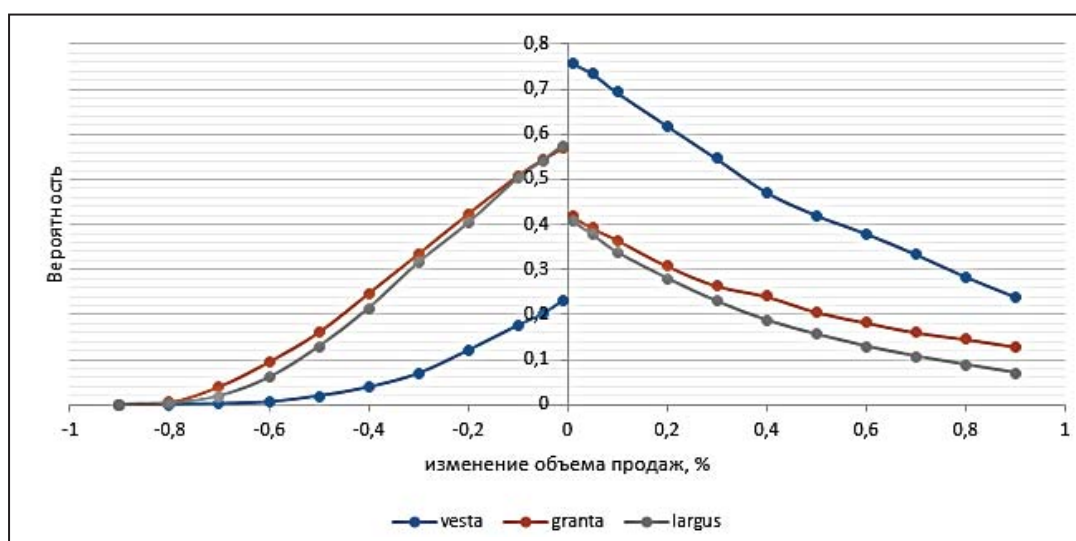


Рис. 3. Вероятность изменения объема продаж для трех моделей авто

Таблица 1

Показатели динамики объема продаж автомобилей

Модель авто	Среднее изменение объема продаж, %	СКО (мера риска), %
vesta	0,534	0,767
granta	0,104	0,763
largus	0,018	0,548

Идею бутстрэппинга можно применить также при реализации модели поведения продавцов и покупателей на рынке. Рассмотрим статистику продаж среднего автосалона, который работает на региональном уровне. Кроме него на рынке могут присутствовать несколько автодилеров, предлагающих аналогичную продукцию. Причем в общем случае это могут быть как авто этой же марки, так и аналоги от других производителей, и потребитель в итоге решает для себя какую продукцию выбрать и разумеется главным критерием выбора является соотношение цена/качество. Качество продукта показатель достаточно условный носит интегральный характер, а вот цена является точно измеряемым показателем, который можно смоделировать. И здесь для продавца важно знать оптимальную цену предложения, которая и определяет эффективность продаж.

Построить модель, позволяющую определить оптимальную цену предложения можно на основе метода Монте-Карло [5,6]. Входными данными для модели являются:

- себестоимость продукции для дилера (в нашем случае это отпускная цена завода за автомобиль)
- максимальное количество конкурентных предложений
- вероятность появления конкурентных предложений
- цена предложения дилера за авто.

Разумеется, большинство официальных дилеров автомобилей работают по схеме, когда авто предлагается по цене завода, но с дополнительным оборудованием, которое увеличивает его стоимость, поэтому здесь имеется ввиду реальная стоимость, за которую дилер предлагает авто к продаже.

При этом реальное количество конкурентных предложений на рынке, которым отдает предпочтение отдельно взятый покупатель, неизвестно и подчиняется биномиальному закону распределения вероятностей. В модели задается максимальное количество конкурентных предложений, вероятность предпочтения покупателя: этот параметр предполагает, что не всем покупателем нравятся все предложения в городе, обычно они ограничиваются 3-5 предложений из которых выбирают по соотношению цена качество, поэтому данный параметр можно установить на уровне 0,5. Этот показатель по смысловому выражению можно определить, как уровень безразличия предпочтений покупателей, т.е. чем выше это покупатель, тем выше вероятность того, что покупателю для выбора по цене подходит больше конкурентных предложений. Это означает, что, например, из 10 аналогичных предложений средний покупатель выберет 5, которые подходят ему по качеству и дальше будет руководствоваться соображениями стоимости. Выигрышным окажется вариант, который при приемлемом для покупателя уровня качества окажется самым дешевым. Значение критерия α для биномиального распределения позволяет смоделировать случайное поведение покупателей и задается случайным числом с равномерным распределением вероятностей.

Таким образом в каждом отдельном случае проигрывается сценарий поведения покупателя по выбору им автомобиля с устройшими его характеристиками (напомним, что сюда может входить и дополнительное оборудование, подарки, скидки, акции и т.д.) по минимальной цене. Если такой случай произошел, то дилер получает прибыль в размере разности себестоимости и установленной им цены. Если же предложение дилера оказалось не выгодным для покупателя, то дилер не получит прибыли. Теперь остается только понять для какой цены предложения вероятнее всего будет принято решение о покупке авто у интересующего нас дилера с учетом максимального увеличения прибыли. Для этого, как и в предыдущем случае, можно использовать также таблицу сценариев [3,4].

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
36	баланс вероятностей											вероятность
37	авто продан	0	0,353211009	0,305045872	0,224771	0,183486	0,162844	0,178899	0,112385	0,105505	0,06422	0,169036697
38	авто не продан	1	0,646788991	0,694954128	0,775229	0,816514	0,837156	0,821101	0,887615	0,894495	0,93578	0,830963303
39												
40	средняя ожидаемая прибыль	-3612,385321	353,2110092	3355,504587	4720,183	5688,073	6676,606	9123,853	6855,505	7490,826	5201,835	
41				ЦЕНА ПРЕДЛОЖЕНИЯ								
42	0	575000	585000	595000	605000	615000	625000	635000	645000	655000	665000	
43		-9000	0	0	0	0	0	0	0	71000	0	
44		-9000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
45		0	1000	0	21000	0	0	0	0	0	0	
46		0	0	0	0	0	0	0	0	71000	0	
47		0	1000	0	0	0	0	51000	0	0	0	
48		-9000	1000	0	21000	0	41000	51000	61000	0	0	
49		-9000	0	11000	21000	0	0	51000	0	0	0	
50		-9000	0	11000	0	31000	0	51000	0	0	0	
51		0	1000	0	0	0	0	51000	61000	0	0	
52		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
53		-9000	0	11000	0	0	0	0	0	0	0	
54		-9000	0	11000	0	0	0	0	0	0	0	
55		0	1000	0	21000	0	41000	0	0	0	0	
56		-9000	0	0	21000	0	0	0	0	0	0	
57		0	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	
58		0	0	0	21000	0	0	0	0	71000	0	
59		0	0	11000	0	31000	0	51000	0	0	0	

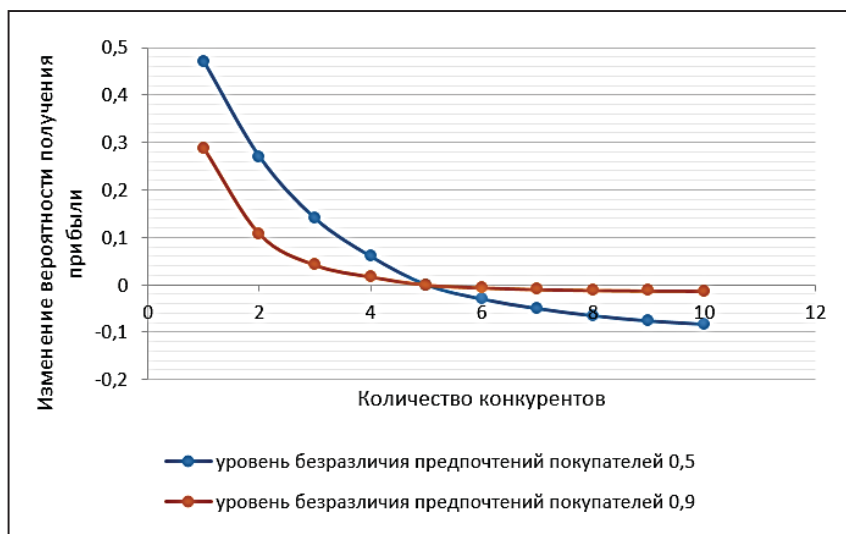
Рис. 4. Таблица сценариев поведения покупателей при разной цене предложения (часть данных скрыта)

На рисунке 4 изображена таблица результатов исхода 1000 сценариев покупки авто при различной цене предложения. При этом наибольшая средняя ожидаемая прибыль в указанном случае соответствует цене предложения 635 тыс. рублей. Данная цена может меняться при изменении условий на рынке. Это может произойти как в результате сговора продавцов, так и в результате появления у покупателей информации о низком качестве товара и т.д. В любом случае такая ситуация приведет к появлению рыночной асимметрии, которая нарушит баланс спроса и предложения на рынке и обеспечит неравномерное распределение между участниками рынка информации об условиях осуществления рыночной сделки и намерениях друг друга. На самом деле такие ситуации часто случаются, их сложно предугадать, но вероятность их появления и степень их влияния на ключевые показатели поведения социально-экономической системы учесть можно.

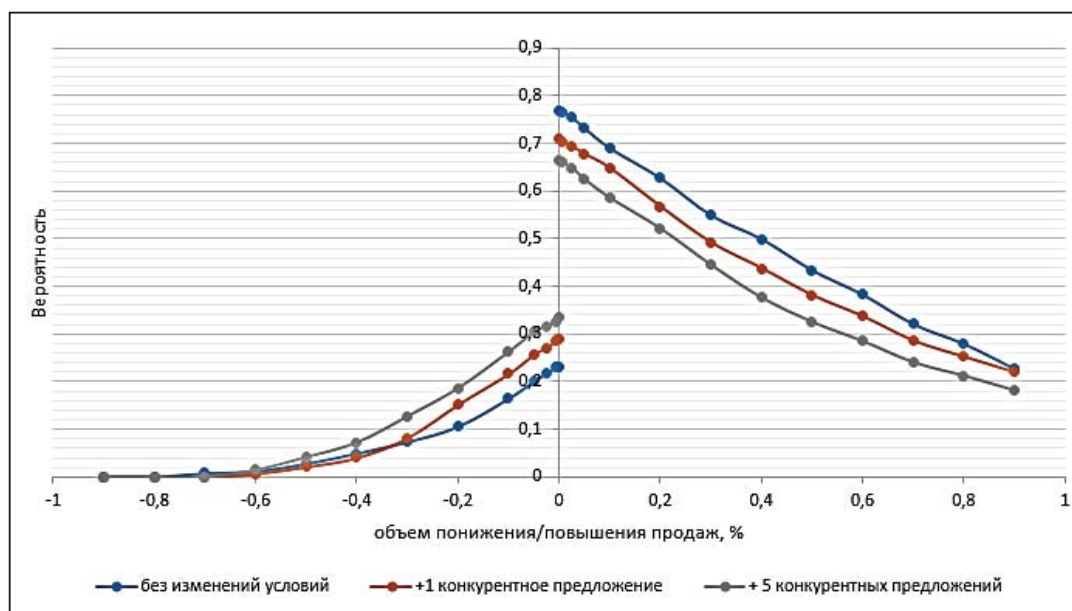
Рассмотрим пример, когда на рынке появляется больше конкурентных предложений. Так с учетом популярности модели lada vesta в регионе может появиться еще один дилер, который предоставит аналогичный авто к продаже ориентировочно известной нам цене. Это неизбежно приведет к конкурентной борьбе. Если конкурентных предложений будет слишком много, то каждый из дилеров будет терпеть убытки и в итоге кто-то из них уйдет с рынка, что снова приведет его

к равновесному состоянию [7,8]. Однако с учетом инерционности социально-экономических систем для этого нужно время. Задача интересующего нас дилера своей ценовой политикой не допустить снижения своих позиций на рынке.

Для решений этой задачи необходимо скорректировать прогноз с учетом изменившихся условий. Это также относится и к рынку авто по всей стране, когда конкурирующий производитель выводит на рынок продукт с аналогичными характеристиками и стоимостью. В этом случае меняется не только количество конкурентных предложений, но и фактор риска [9], определяющий намерения покупателей. В идеальном случае необходимо учитывать условия в которых были получены ретроспективные данные [10,11,12], но это не всегда удается, да и условия внешней среды постоянно изменяются, поэтому для выполнения прогноза достаточно учесть текущие условия на рынке [13]. Пусть сейчас на рынке присутствует 5 конкурентных предложений при этом уровень безразличия предпочтений покупателей равен 0,5. На рисунке 5а. показано как будет изменяться вероятность получения прибыли при изменении количества конкурентов в различных значениях уровня безразличия предпочтений покупателей. Из рисунка 5а видно, что эта вероятность резко изменяется при изменении не только количества предложений на рынке, но и снижении интереса покупателей к конкретному предложению.



а)



б)

Рис. 5. Вероятность получения прибыли при изменении количества конкурентов (а); вероятность получения прибыли при изменении условий на рынке (б)

Выводы или заключение

Таким образом указанные методы позволяют эффективно и точно строить вероятностные высказывания и включать в модель необходимые факторы, в том числе количество конкурентных предложений, которые могут появиться на рынке, а также изменение намерений покупателей относительно выбора подходящего им товара. На основе предложенной модели можно строить опе-

ративные прогнозы не требующие использования сложного инструментария и программного обеспечения. Особенно полезной модель окажется для прогнозирования редких продаж, потому как прогноз только на основе ретроспективных данных при редких продажах будет не столь эффективен, как с использованием данных о состоянии конкурентной среды и намерениях покупателей в условиях информационной асимметрии.

Библиографический список

1. Попукайло В.С. Исследование линейной корреляционной связи в парных выборках малого объема // *Технология и конструирование в электронной аппаратуре*. – 2016. – № 1. – С. 27-32.
2. Попукайло В.С. Исследование линейной корреляционной связи в многомерном методе точных распределений // *Информационно-управляющие системы*. – 2016. – № 6 (85). – С. 96-98.
3. Поляков С.В., Кисляков А.Н. Основы математического моделирования социально-экономических процессов: учебно-методическое пособие. – Владимир: Владимирский филиал РАНХиГС, 2017. – 269 с.
4. Winston W. Microsoft Excel 2016 Data Analysis and Business Modeling // Microsoft Press. – 2016. – 864 p.
5. Захаров А.В., Харламов А.В. К вопросу о применении имитационного моделирования методом Монте-Карло в задачах оценки фундаментальной стоимости объекта оценки // *Имущественные отношения в Российской Федерации*. – 2010. – № 5. – С. 28-45.
6. Наливкин Д.В. Использование последовательных методов Монте-Карло для оценивания рисков на финансовых рынках // *Управление большими системами*. – 2008. – № 21. – С. 71-83.
7. Рау В.Г., Кисляков А.Н., Тихонюк Н.Е., Рау Т.Ф. Принцип нарушения асимметрии в моделях развития экономических систем опыт и проблемы. Материалы XI международной научно-практической конференции (Гутманские чтения) 15 мая 2018 года / под общ. ред. А.И. Новикова и А.Е. Илларионова. – Владимир: Владимирский филиал РАНХиГС, 2018. – С. 201-211.
8. Тихонюк Н.Е., Кисляков А.Н. Экономические модели работы с асимметрией информации: эволюция подходов Региональная экономика: опыт и проблемы. Материалы XI международной научно-практической конференции (Гутманские чтения) 15 мая 2018 года / под общ. ред. А.И. Новикова и А.Е. Илларионова. – Владимир: Владимирский филиал РАНХиГС, 2018. – С. 236-244.
9. Мамий Е.А., Яхимович Е.С. Современные подходы к оценке рисков инвестиционных проектов // *Экономика и бизнес: теория и практика*. – 2018. – № 5. – Т. 1. – С. 155-160.
11. Кисляков А.Н. Фрактальный анализ в задачах прогнозирования социально-экономических процессов // *Новая экономика и региональная наука*. – 2018. – № 1 (10). – С. 36-39.
12. Кисляков А.Н. Использование фрактальной размерности в техническом анализе рынка криптовалют // *Ученые записки*. – 2018. – № 1 (25). – С. 101-105.
13. Кисляков А.Н. Влияние фильтрации Фурье на точность прогноза социально-экономических показателей // *Ученые записки*. – 2017. – № 2 (22). – С. 78-82.
13. Грибанова Е.Б., Каштанова О.В., Мицель А.А. Система имитационного моделирования торгов, проходящих в форме аукциона // *Доклады ТУСУРа*. – 2007. – № 1(15). – С. 63-70.