

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МАТЕРИАЛЫ
V Международной молодежной
научной конференции
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ИНФОРМАЦИОННЫХ,
ТЕХНИЧЕСКИХ
И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Томск, 19–20 мая 2017 г.

*Под общей редакцией
кандидата технических наук И.С. Шмырина*

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2017

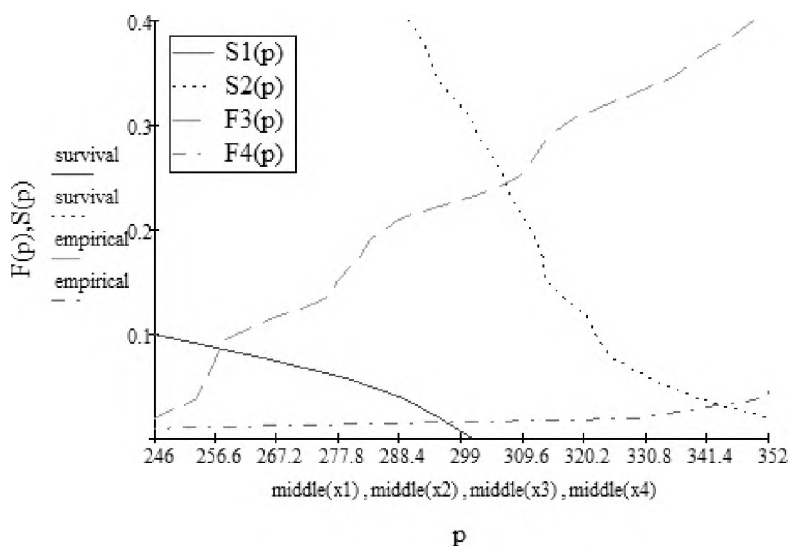


Рис. 4. Метод PSM по реальным данным

Полученные результаты свидетельствуют о том, что модификация метода PSM привела к заниженным результатам. Реализация модифицированного метода представлена графически на рис. 4. Данный вывод подтверждает предположение о том, что использование на практике априорной информации не всегда положительно сказывается на результатах маркетинговых исследований. В частности, в результате имитационного моделирования удалось наглядно продемонстрировать тот факт, что использование информации о непрерывности функции распределения нецелесообразно в методе ценообразования PSM на товар-новинку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зенкова Ж.Н., Краковецкая И.В. Моделирование по неполным данным в логистике и маркетинге / Ж.Н. Зенкова, И.В. Краковецкая // Логистические системы в глобальной экономике: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (14–15 марта 2013 г., Красноярск): в 2 ч. Ч. 1. Научно-исследовательский сектор. – Красноярск, Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – 2013. – С. 98–105.
2. Van Westendorp P.H. NSS Price Sensitivity Meter (PSM) – A New Approach to Consumer Perception of Prices // Proceedings of the 29th ESOMAR Congress, Venice, 5–9 September 1976. – 1976. – PP. 139–167.
3. Дмитриев Ю.Г. Статистическое оценивание распределений вероятностей с использованием дополнительной информации / Ю.Г. Дмитриев, Ю.К. Устинов. – Томск: Изд-во ТГУ, 1988. – 194 с.
4. Журко Е.С., Зенкова Ж.Н. Метод ценообразования PSM для цензурированных данных с учетом квантиля / Е.С. Журко, Ж.Н. Зенкова // Наука. Технологии. Производство. – 2015. – № 13. – С. 13–16.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОШИБОК В АПРИОРНЫХ ПРЕДПОЛОЖЕНИЯХ ЭКСПЕРТОВ НА РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБОРАЧИВАЕМОСТИ ПО ИНТЕРВАЛЬНЫМ ДАННЫМ

О.Б. Долгих, Ж.Н. Зенкова

Томский государственный университет
oksi-mak-tsu@mail.ru, thankoffjean@mail.ru

Введение

Одной из наиболее важных задач логистики является оценивание эффективности управления предприятием; для этого необходимо качественно и точно прогнозировать стоимость его оборотных средств [1–4]. Эффективность использования оборотного капитала зависит от того, насколько точно определена потребность в оборотных средств-

вах, т.к. и в случае занижения, и в случае завышения величины вложений в оборотный капитал возникают риски, чреватые отрицательными последствиями для предприятия.

Применение специальных методов оценивания данных о запасах [4] в отличие от классических методов (арифметическое среднее, среднее моментного ряда) позволяет аналитикам адекватно оценить средние размеры вложений, т.к. учитывает специфику исходных данных (полные, цензурированные справа, интервально-цензурированные и пр.) и дает наиболее качественные оценки в смысле снижения среднеквадратической ошибки (СКО). Кроме того, привлечение дополнительной информации об одном квантиле функции распределения (ф.р.) заданного уровня при оценивании стоимости вложений приводит к существенному улучшению качества статистических процедур [5–7].

В данной работе с помощью имитационного моделирования исследовано влияние дополнительной информации о двух квантилях ф.р. заданных уровней на оценивание среднего уровня вложений по интервальным данным. Кроме того, рассматривается влияние неточности в априорных предположениях экспертов на расчет показателей оборачиваемости.

1. Постановка задачи

На сегодняшний день для анализа и прогноза стоимости оборотных средств предприятия чаще всего используют такие показатели оборачиваемости, как коэффициент оборачиваемости (KO) и оборот (O), которые определяются следующим образом:

$$O = \frac{365}{KO}, \quad (1)$$

где

$$KO = \frac{\text{Суммарный объем реализации за год}}{\text{Размер среднего месячного запаса}}. \quad (2)$$

При этом наибольший интерес вызывает оценивание размера среднего месячного запаса, так как природа исходных данных о запасах предприятия такова, что они не остаются постоянными в течение заданного периода времени, а колеблются в некоторых случайных пределах. Поэтому такие данные можно рассматривать как интервально-цензурированные, а, следовательно, применить к ним специальные методы расчетов, что позволит более качественно оценить показатели оборачиваемости.

Пусть стоимость запасов предприятия $\tau > 0$ есть случайная величина (с.в.) с ф.р. $F(t)$. Выборка объема N состоит из интервалов $(L_i, R_i]$, $i = \overline{1, N}$, т.е. известно, что i -е наблюдение попало в промежуток $(L_i, R_i]$, но его точное значение неизвестно. Для оценивания $F(t)$ используем непараметрический алгоритм Тёрнбулла [8], при этом значение ф.р. $F(t)$ в точке τ_j , $j = \overline{0, m}$, можно оценить как

$$F_N(\tau_j) = 1 - S^{(k+1)}(\tau_j). \quad (3)$$

Найдем оценку средней стоимости запаса методом подстановки [9]:

$$\hat{E}\tau = \int_0^{+\infty} x dF_N(t) = \sum_{i=1}^m \tau_i (F_N(\tau_i) - F_N(\tau_{i-1})). \quad (4)$$

Пусть два эксперта предполагают, что с некоторой вероятностью q_1 и q_2 уровень запаса не превышал некоторые значения x_{q_1} и x_{q_2} . Тогда с помощью проектирования оценки Тёрнбулла в квантильный класс ф.р. [5,6,10] по формуле

$$P^q F_N(x) = F_N^q(x) = q \cdot \left(\left(\frac{F_N(x)}{F_N(x_q)} \right) \vee 0 \right) \wedge 1 + (1-q) \left(\left(\frac{F_N(x) - F_N(x_q)}{1 - F_N(x_q)} \right) \vee 0 \right) \wedge 1 \quad (5)$$

получим модифицированную оценку Тёрнбулла с учетом дополнительной информации о двух квантилях ф.р. заданного уровня.

Методом подстановки найдем модифицированную оценку математического ожидания:

$$\bar{X}^q = \int_{-\infty}^{+\infty} x dF_N^q(x) = \frac{q}{N \cdot F_N^q(x_q)} \cdot \sum_{i=1}^N X_i \cdot I_{(x_i < x_q)} + \frac{(1-q)}{N(1-F_N^q(x_q))} \cdot \sum_{i=1}^N X_i \cdot I_{(x_i \geq x_q)}.$$

2. Исследование влияния вида распределения запасов на показатели оборачиваемости с помощью моделирования

Ввиду того, что аналитическое исследование свойств оценки Тёрнбулла является весьма проблематичным, в данной работе использовалось имитационное моделирование. Генерировалось $M = 10000$ выборок объема N из четырех распределений: экспоненциального, нормального, логнормального, равномерного. Затем по каждому из распределений строились интервально-цензурированные выборки и находились следующие оценки: эмпирическая ф.р. (э.ф.р.) по исходной полной выборке; модификация э.ф.р. с применением проектора (5); оценка Тёрнбулла по интервально-цензурированной выборке; модификация оценки Тёрнбулла с учетом свойства (5). На рис. 1–4 приведены итоговые графики поведения СКО каждой оценки при различных значениях известного квантиля для всех четырех распределений. Результаты расчетов показателей оборачиваемости для нормального и логнормального распределения приведены в табл. 1 и 2 соответственно. При этом размер суммарного объема реализации за период предполагается равным 100 000 тыс. руб.

Заметим, что информация о двух квантилях позволяет существенно снизить значения СКО как в случае полной, так и интервально-цензурированной выборок для всех исследованных распределений. При этом использование более точной оценки ф.р. при подсчете среднего уровня запаса позволяет добиться более качественных расчетов показателей оборачиваемости.

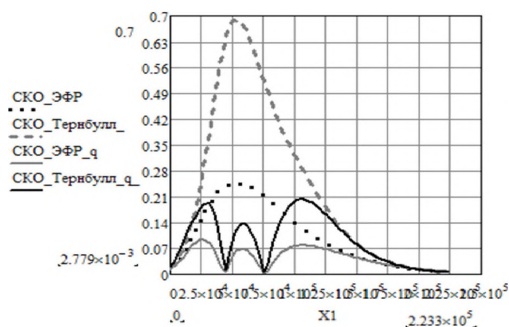


Рис. 1. СКО $F_N(t)$, $F_N^q(x)$, $F_N^T(x)$ и $F_N^{Tq}(x)$ для логнормального распределения $F(t) = \text{LogN}(10,1)(x)$, $N = 50$, $M = 10000$, $q_1 = 0.4$, $q_2 = 0.7$

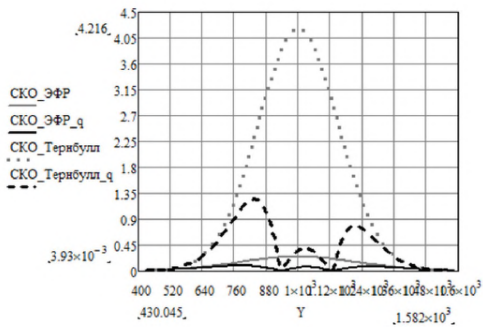


Рис. 2. СКО $F_N(t)$, $F_N^q(x)$, $F_N^T(x)$ и $F_N^{Tq}(x)$ для нормального распределения $F(t) = N(1000,100)(x)$, $N = 50$, $M = 10000$, $q_1 = 0.4$, $q_2 = 0.7$

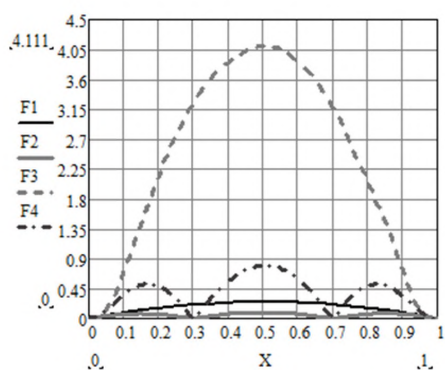


Рис. 3. СКО $F_N(t)$, $F_N^q(x)$, $F_N^T(x)$ и $F_N^{T_q}(x)$ для $R[0,1](x)$, $N = 50$, $M = 10000$, $q_1 = 0.3$, $q_2 = 0.7$

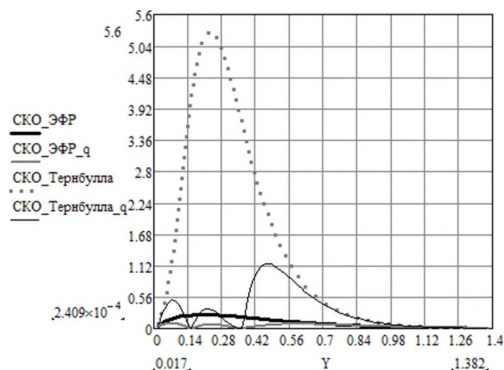


Рис. 4. СКО $F_N(t)$, $F_N^q(x)$, $F_N^T(x)$ и $F_N^{T_q}(x)$ для экспоненциального распределения, $\lambda = 0.3$, $N = 50$, $M = 10000$, $q_1 = 0.4$, $q_2 = 0.7$

Таблица 1

Результаты вычислений показателей оборачиваемости различными методами для выборки объема $N = 50$ из нормального закона распределения $N(1000, 100)$, $q_1 = 0.4$, $q_2 = 0.7$, $\bar{X} = 1000$.

Средние запасы	Значение, тыс.руб./мес.	КО, раз/год	Оборот O , дни
Арифметическое среднее	$\bar{X}_1 = 1000.3952$	99.961	3.65
Среднее с учетом информации о квантиле	$\bar{X}_1^q = 1000.0042$	99.999	3.65
Среднее по интервально-цензурированной выборке	$\bar{X}_1^T = 1015.8331$	98.441	3.71
Среднее по интервально-цензурированной выборке с учетом информации о квантиле	$\bar{X}_1^{T_q} = 1002.9904$	99.701	3.66

Таблица 2

Результаты вычислений показателей оборачиваемости различными методами для выборки объема $N = 50$ из логнормального распределения $\text{LogN}(10, 1)$ и $q_1 = 0.4$, $q_2 = 0.7$, $\bar{X} = 24959.26$

Средние запасы	Значение, тыс.руб./мес.	КО, раз/год	Оборот O , дни
Арифметическое среднее	$\bar{X}_2 = 24942.0069$	4.000	91.25
Среднее с учетом информации о квантиле	$\bar{X}_2^q = 24952.0069$	4.007	91.02
Среднее по интервально-цензурированной выборке	$\bar{X}_2^T = 24873.1508$	4.021	90.81
Среднее по интервально-цензурированной выборке с учетом информации о квантиле	$\bar{X}_2^{T_q} = 24924.1825$	4.012	90.97

3. Исследование влияния ошибок в априорных предположениях экспертов на расчет показателей оборачиваемости

При прогнозировании среднего уровня запаса предприятия могут воспользоваться помощью экспертов, которые оценивают ожидаемую необходимость в запасах товаров. Исследуем с помощью моделирования влияние данного предположения на СКО оценок, а так же на результаты вычисления значения среднего запаса и показателей оборачиваемости. Для простоты рассмотрим случай, когда данные о запасах предприятия распределены по равномерному в $[0,1]$ закону и два эксперта выдвигают априорные предположения. При этом размер суммарного объема реализации за период предполагается равным 10 млн. руб.

1. Пусть оба эксперта ошибаются в оценивании среднего запаса, при этом один предполагает, что с вероятностью $q = 0.4$ уровень среднего запаса товаров предприятия не превышал некоторое значение $x_q = 0.39, 0.38, 0.365$, хотя на самом деле $x_q = 0.4$, а

другой предполагает, что с вероятностью $q = 0.7$ уровень среднего запаса товаров предприятия не превышал $x_q = 0.71, 0.72, 0.435$ соответственно, хотя на самом деле $x_q = 0.7$. Результаты моделирования приведены на рис. 5, показатели оборачиваемости представлены в табл. 3 (строки 2–5).

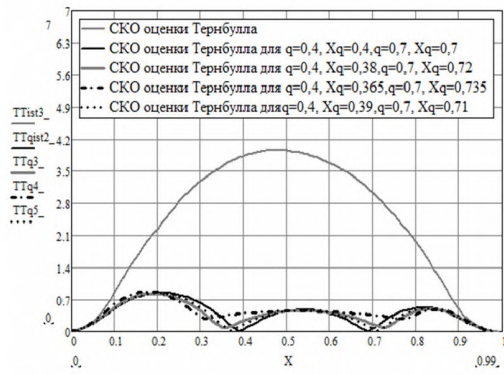


Рис. 5. SKO оценок Тернбулла для случая пункта 1 экспертной ошибки

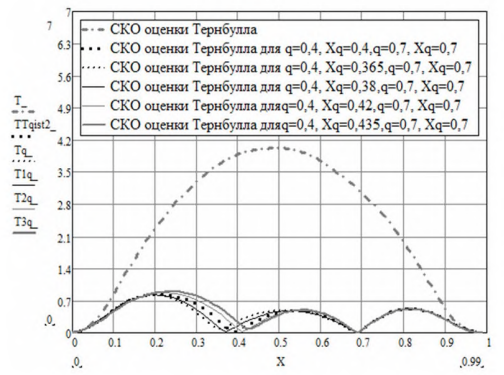


Рис. 6. SKO оценок Тернбулла для случая пункта 2 экспертной ошибки

Таблица 3
Результаты вычисления среднего запаса, KO и O для выборки объема $N = 50$ из равномерного в $[0,1]$ распределения с ошибкой в априорном предположении экспертов в оценивании среднего запаса

№	Квантили q_1, q_2	Значения в точках квантилей X_{q_1}, X_{q_2}	Среднее по интервально-цензурированной выборке, X_{q_1}	Среднее по интервально-цензурированной выборке с учетом информации о квантилях, X_{q_2}	KO для X_{q_1} , раз/год	KO для X_{q_2} , раз/год	O для X_{q_1} , дни	O для X_{q_2} , дни
1	0.4 и 0.7	0.4 и 0.7	0.503067900	0.509804669	19.878	19.615	18.362	18.608
2	0.4 и 0.7	0.39 и 0.71	0.506253833	0.510570575	19.753	19.586	18.478	18.636
3	0.4 и 0.7	0.38 и 0.72	0.504979654	0.509467038	19.803	19.628	18.432	18.596
4	0.4 и 0.7	0.365 и 0.735	0.504079871	0.508347054	19.838	19.672	18.399	18.555
5	0.4 и 0.7	0.35 и 0.75	0.504142926	0.507933876	19.836	19.688	18.401	18.540
6	0.4 и 0.7	0.38 и 0.7	0.504626410	0.503696110	19.817	19.853	18.419	18.385
7	0.4 и 0.7	0.42 и 0.7	0.504239500	0.517532710	19.832	19.323	18.405	18.889
8	0.4 и 0.7	0.365 и 0.7	0.505107840	0.497697740	19.798	20.093	18.436	18.166
9	0.4 и 0.7	0.435 и 0.7	0.504271350	0.523114300	19.831	19.116	18.406	19.094

2. Если один эксперт предполагает, что с вероятностью $q = 0.7$ уровень среднего запаса товаров предприятия не превышал некоторое значение $x_q = 0.7$ (т.е. эксперт угадал), а второй утверждает, что с вероятностью $q = 0.4$ уровень среднего запаса товаров предприятия не превышал некоторое значение $x_q = 0.38, 0.42, 0.365, 0.435$ (т.е. предположение не верно), тогда результаты моделирования представлены на рис. 6. Результаты расчетов показателей оборачиваемости для данного случая представлены в табл. 3 (строки 6–9).

В случае 1. одновременные ошибки экспертов в предположениях "в плюс" и "в минус" позволяют немного скомпенсировать потерю информации, однако погрешность в оценивании отрицательно влияет на итоговые результаты оборота.

В случае 2 ошибки в предположении о величине среднего запаса одного из экспертов приводят к появлению существенной ошибки в определении оборота, что чревато неправильными управленческими решениями.

Таким образом, при ошибочном предположении экспертов в величине среднего запаса в большую сторону значения показателей оборачиваемости дают более оптимистический результат, чем есть на самом деле. Это может привести к излишкам товара

на складе, дополнительным издержкам на хранение и замораживанию капитала, а также к повышению вероятности появления неликвидов, особенно в случае излишков скоропортящихся товаров. Кроме того, эксперты могут допустить ошибку в определении вероятностей q_1, q_2 данного события.

3. Если один эксперт ошибочно предполагает, что с вероятностью $q = 0,35, 0,45, 0,365, 0,435, 0,38, 0,42$ уровень среднего запаса товаров предприятия не превышал некоторое значение $x_q = 0,4$, хотя на самом деле $q = 0,4$, а другой эксперт угадывает значение вероятности, то получим результат, представленный на рис. 7. Результаты расчетов показателей оборачиваемости для данного случая представлены в табл. 4 (строки 2–7).

4. Если оба эксперта ошибаются и один предполагает, что с вероятностью $q = 0,35, 0,45$ уровень среднего запаса товаров предприятия не превышал некоторое значение $x_q = 0,4$, хотя на самом деле $q = 0,4$, а другой эксперт утверждает, что $q = 0,75, x_q = 0,7$, хотя на самом деле $q = 0,7$, то получим результат, представленный на рис. 8. Результаты расчетов показателей оборачиваемости для данного случая представлены в табл. 4 (строки 8–9).

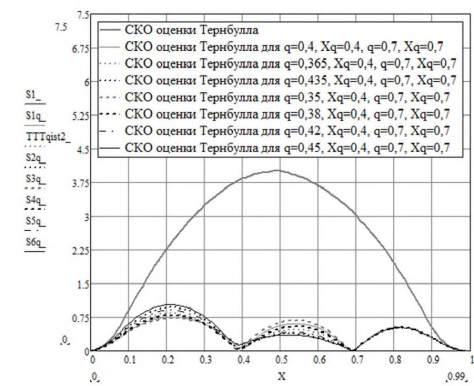


Рис. 7. SKO оценок Тербулла для случая 3 экспертной ошибки

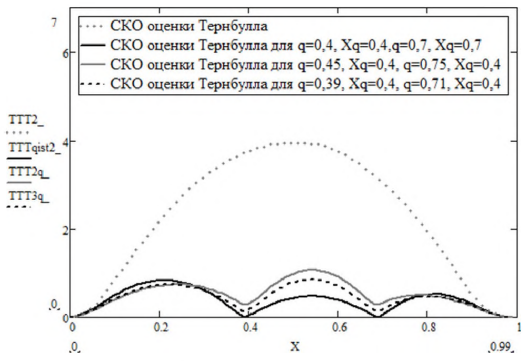


Рис. 8. SKO оценок Тербулла для случая 4 экспертной ошибки

Таблица 4
Результаты вычисления среднего запаса, KO и O для выборки объема $N = 50$ из равномерного в $[0,1]$ распределения с ошибкой в априорном предположении в вероятности возникновения события

№	Квантили q_1, q_2	Значения в точках квантилей X_{q_1}, X_{q_2}	Среднее по интервально-цензурированной выборке, X_{q_1}	Среднее по интервально-цензурированной выборке с учетом информации о квантилях, X_{q_2}	KO для X_{q_1} , раз/год	KO для X_{q_2} , раз/год	O для X_{q_1} , дни	O для X_{q_2} , дни
1	0.4 и 0.7	0.4 и 0.7	0.50306790	0.50980467	19.878	19.6153	18.362	18.608
2	0.35 и 0.7	0.4 и 0.7	0.50115145	0.52640631	19.954	18.9967	18.292	19.214
3	0.38 и 0.7	0.4 и 0.7	0.50650068	0.51756768	19.743	19.3211	18.487	18.891
4	0.42 и 0.7	0.4 и 0.7	0.50442062	0.50355244	19.825	19.8589	18.411	18.379
5	0.45 и 0.7	0.4 и 0.7	0.50411085	0.49347040	19.837	20.2646	18.400	18.012
6	0.435 и 0.7	0.4 и 0.7	0.50351993	0.49902904	19.860	20.0389	18.378	18.215
7	0.365 и 0.7	0.4 и 0.7	0.50375363	0.52205136	19.851	19.1552	18.387	19.055
8	0.35 и 0.75	0.4 и 0.7	0.50404195	0.51341553	19.839	19.4777	18.398	18.739
9	0.39 и 0.71	0.4 и 0.7	0.50664083	0.51094215	19.738	19.5717	18.492	18.649

В случаях 3, 4 неточности в определении значения вероятности $q = P(X_q)$ среднего уровня запасов значение показателей дают худшие результаты по сравнению с ис-

тинными значениями. Это чревато дефицитом товара, и, следовательно, потерей прибыли из-за неудовлетворенного спроса.

Заключение

Таким образом, в данной работе показано, что привлечение дополнительной информации о двух квантилях ф.р. заданного уровня существенно снижает СКО независимо от вида распределения оцениваемых данных, что позволяет получить более качественную оценку среднего уровня вложений в оборотные средства и более точные значения показателей оборачиваемости. Ошибочные предположения экспертов ухудшают точность оценивания среднего уровня вложений независимо от того, ошибается один из двух или оба эксперта. Чем больше величина погрешности, тем меньше влияние априорной информации на показатели оборачиваемости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бауэрсокс Д. Логистика: Интегрированная цепь поставок : пер. с англ. / Д. Бауэрсокс, Д. Клосс. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2010. – 640 с.
2. Маслов Б.Г. Повышение эффективности использования оборотного капитала: материально-производственные запасы // Управленческий учет. – 2005. – № 1. – С. 30–35.
3. Зенкова Ж.Н. Логистический подход в управлении предприятием [Электронный ресурс] : учебно-методический комплекс // Томский государственный университет, 2012. URL: <http://edu.tsu.ru/eor/resource/699/tpl/index.html> (дата обращения: 24.07.2017).
4. Зенкова Ж.Н. Применение методов обработки цензурированных данных при анализе оборачиваемости / Ж.Н. Зенков, О.Б. Макеева // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина. – 2014. – № 3 (82). – С. 21–30.
5. Зенкова Ж.Н. Использование информации о квантиле при анализе оборачиваемости оборотных средств / Ж.Н. Зенкова, О.Б. Макеева // Труды Томского государственного университета. – Т. 297. Серия физико-математическая: Математическое и программное обеспечение информационных, технических и экономических систем : материалы III Всероссийской молодежной научной конференции. Томск, 22–23 мая 2015 г. / под общ. ред. И.С. Шмырина. – Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2015. – С. 82–87.
6. Зенкова Ж.Н. Влияние вида распределения стоимости оборотных средств на показатели оборачиваемости по интервальным данным / Ж.Н. Зенкова, О.Б. Макеева // Труды Томского государственного университета. – Т. 299. Серия физико-математическая: Математическое и программное обеспечение информационных, технических и экономических систем : материалы IV Всероссийской молодежной научной конференции. Томск, 20–21 мая 2016 г. / под общ. ред. И.С. Шмырина. – Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2016. – С. 57–62.
7. Зенкова Ж.Н. Статистическая обработка данных с учетом симметрии распределения / Ж.Н. Зенкова – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 188 с.
8. Giolo S.R. Turnbull's Nonparametric Estimator for Interval-Censored Data // Technical Report. – August, 2004.
9. Боровков А.А. Математическая статистика / А.А. Боровков. – Новосибирск: Наука; Изд-во Института математики, 1997. – 772 с.
10. Дмитриев Ю.Г. Статистическое оценивание распределений вероятностей с использованием дополнительной информации / Ю.Г. Дмитриев, Ю.К. Устинов. – Томск: Изд-во ТГУ, 1988. – 194 с.

РАСЧЕТ РЕЗЕРВОВ ПРОИЗОШЕДШИХ, НО НЕЗАЯВЛЕННЫХ УБЫТКОВ В СТРАХОВАНИИ, ИНОМ, ЧЕМ СТРАХОВАНИЕ ЖИЗНИ НА ПРИМЕРЕ ДОГОВОРОВ МЕДИЦИНСКОГО СТРАХОВАНИЯ (ДМС)

Ж.Н. Зенкова, Н.С. Путилина

Томский государственный университет
thankoffjean@mail.ru, nadya.putilina.1995@mail.ru

Введение

Страхование услуг является одним из наиболее значимых элементов рыночной инфраструктуры. Страхование обеспечивает страховщикам надежную защиту их интересов от финансовых рисков, неблагоприятных последствий аварий, различного рода стихийных бедствий и пр.

Важнейшей особенностью деятельности страховщиков является формирование страховых резервов для обеспечения финансовой устойчивости компании и выполне-