УДК 519.876.2:336

Т.В. НЕСКОРОДЕВА

Донецкий национальный университет, Украина

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В АУДИТЕ

Рассмотрена задача оценки достоверности совокупности показателей учета и отчетности по данным выборочной проверки при проведении аудита. В работе исследуются стохастические свойства процессов частичных оборотов, осуществляется постановка задачи восстановления их значений по данным выборочной проверки и обоснование адекватности процесса восстановления.

аудит, аналитическая проверка показателей учета и отчетности, стохастические свойства процессов частичных оборотов, процесс восстановления, условное математическое ожидание, винеровский процесс, винеровское поле

Введение

Актуальность. Конкуренция на рынке аудиторских услуг приводит к тому, что аудиторы стремятся уменьшать объем проверок бухгалтерских документов, применяя определенные процедуры и методики. Среди них – различные методы математического (детерминированного) и статистического анализа.

Постановка проблемы. Следовательно, на сегодняшний день является актуальной разработка математического аппарата аналитической проверки показателей учета и отчетности, который бы позволил сократить срок проверок, не снижая при этом их качества и не увеличивая аудиторского риска.

Анализ исследований. Вопросы организации аудиторской деятельности и методики проведения аудита у субъектов хозяйствования изложены в [1]. Применение методов выборочной статистики при проведении аудита описано в [2]. В [3] приведены примеры применения регрессионного анализа для построения временных трендов показателей деятельности предприятия и других регрессионных зависимостей между данными показателями.

Цели исследования. На основании анализа последних исследований ставится цель: разработать математический аппарат для оценки достоверности совокупности показателей учета и отчетности по данным выборочной проверки, который будет учитывать зависимости между проверяемыми показателями, позволит определять участки и периоды учета с наибольшим уровнем риска, сократить срок проверок, не снижая при этом их качества и не увеличивая аудиторского риска.

Анализ закономерностей функционирования предприятия и отображения деятельности в документах бухгалтерского учета, проведенный в статье [4], позволил установить, что оценка достоверности показателей деятельности в документах финансовой отчетности основана на результатах проверки множества значений сумм частичных оборотов за период проверки.

Задачи исследования: установить стохастические свойства процессов частичных оборотов, сформулировать постановку задачи восстановления их значений по данным выборочной проверки, обосновать адекватность процесса восстановления.

Стохастические свойства процессов частичных оборотов

Случайные потоки заказов и, как следствие, объемов производства вносят возмущения в показатели экономической деятельности, бухгалтерского учета и отчетности. Поэтому в данной работе используется стохастический подход к описанию показателей бухгалтерского учета и отчетности.

Как было показано в [4], для оценки достоверности показателей финансовой отчетности необходимо проверить суммы, перечисленные за период проверки по соответствующим операциям. Перечисление сумм с кредита счета s_e в дебет счета s_g (где s_e и s_g – номера по Плану счетов, $s_e = \overline{1, s^*}$, $s_g = \overline{1, s^*}$) осуществляется при поступлении случайного потока заявок на оплату счетов и, следовательно, является случайным процессом. Обозначим: $S_{s_e}^{s_g}(\omega,t) = S_p(\omega,t)$, ($p = \overline{1, p^*}$) сумму, перечисленную по операции p-го вида (которой соответствует корреспонденция (s_e, s_g)) за время t и будем называть процессом ежедневных (ежедекадных, ежемесячных) оборотов по операции p-го вида или процессом частичных оборотов. Статистически определено (с вероятностью 0,9), что процессы частичных оборотов $S_p(\omega,t)$, $p = \overline{1, p^*}$, заданные на некотором вероятностном пространстве (Ω, σ, P), являются винеровскими с математическим ожиданием $MS_p(\omega,t) = a_p$ и дисперсией $DS_p(\omega,t) = \sigma_p^2 t$ соответственно.

Постановка задачи восстановления значений процессов частичных оборотов по данным выборочной проверки

Геометрически движение платежей может рассматриваться в виде двумерного поля (изображения), где в качестве координат выступают плановый период t и параметр дисперсионного разброса σ_p^2 процесса частичных оборотов. Задаем, что $S_p(t_j)$, $p = \overline{1, p^*}$, $j = \overline{0, r}$ – значения винеровского поля $S(t, \sigma_p^2, \omega) : R_2^+ \times \Omega \to \Re \subset R$.

Рассмотрим множество выборочной проверки частичных оборотов γ:

$$\gamma \subset [t_0, t_r] \times [\sigma_{p,\min}^2, \sigma_{p,\max}^2],$$

где $\sigma_{p,\min}^2 = \min\left\{\sigma_p^2, p = \overline{1, p^*}\right\}$,

$$\sigma_{p,\max}^2 = \max\left\{\sigma_p^2, p = \overline{1, p^*}\right\}.$$

Пусть $S_\gamma(t, \sigma_p^2)$, ($(t, \sigma_p^2) \in \gamma$) – частичные обороты, значения которых проверены, а $S_{\tilde{p}}(t_{\tilde{j}})$ ($(t_{\tilde{j}}, \sigma_{\tilde{p}}^2) \notin \gamma$) – частичные обороты за периоды, которые не подвергались проверке.

Ставится задача: найти наилучшие (в среднеквадратическом смысле) оценки $\hat{S}_{\tilde{p}}(t_{\tilde{j}})\big|_\gamma$, $(t_{\tilde{j}}, \sigma_{\tilde{p}}^2) \notin \gamma$ по результатам выборочной проверки $S_\gamma(t, \sigma_p^2)$ на множестве γ и вычислить ошибки полученных оценок $d\hat{S}_{\tilde{p}}(t_{\tilde{j}})\big|_\gamma$.

Обоснование адекватности процесса восстановления

Известно [6], что наилучшие (в среднеквадратическом смысле) оценки $\hat{S}_{\tilde{p}}(t_{\tilde{j}})\big|_\gamma$, $(t_{\tilde{j}}, \sigma_{\tilde{p}}^2) \notin \gamma$ определяются равенствами (с вероятностью 1):

$$\hat{S}_{\tilde{p}}(t_{\tilde{j}})\big|_\gamma = M\left\{\hat{S}_{\tilde{p}}(t_{\tilde{j}})\big|F_\gamma\right\}, \tag{1}$$

где $M\left\{\hat{S}_{\tilde{p}}(t_{\tilde{j}})\big|F_\gamma\right\}$ – условное математическое ожидание относительно σ-алгебры F_γ;

F_γ – σ-алгебра, порожденная наблюдаемыми случайными величинами $S_\gamma(t, \sigma_p^2)$:

$$F_\gamma = \sigma\left\{S_\gamma(t, \sigma_p^2), \\ (t, \sigma_p^2) \in \gamma \subset [t_0, t_r] \times [\sigma_{p,\min}^2, \sigma_{p,\max}^2]\right\},$$

а их ошибки вычисляются по формуле

$$d\hat{S}_{\tilde{p}}(t_{\tilde{j}})\big|_\gamma = M\left\{(S_{\tilde{p}}(t_{\tilde{j}}) - \hat{S}_{\tilde{p}}(t_{\tilde{j}}))^2 \big| F_\gamma\right\}. \tag{2}$$

Множество выборочной проверки γ выбирается аудитором произвольно и геометрически может представлять некоторую кривую на плоскости.

Для обоснования адекватности процесса восстановления воспользуемся явными формулами [5] для величин $\overline{m}(u,v) = M\{w(u,v)|F_\gamma\}$ и $d(u,v) = M\{(w(u,v) - \overline{m}(u,v))^2|F_\gamma\}$, где $w(x,y)$ ($x \geq 0,\ y \geq 0$) – винеровское поле, заданное на некотором вероятностном пространстве (Ω, σ, P), γ – кривая на плоскости некоторого типа (рис. 1), $(u,v) \notin \gamma$, $F_\gamma = \sigma\{w(x,y),\ (x,y) \in \gamma\}$.

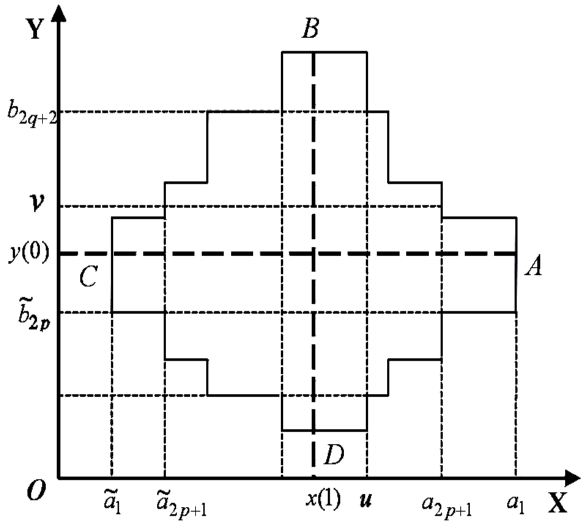

Рис. 1. Общий вид множества выборочной проверки γ

Итак, кривая γ должна удовлетворять следующему условию: если на первом участке γ_1 (от точки A до точки B), втором участке γ_2 (от точки B до точки C) и на третьем участке γ_3 (от точки C до точки D) кривая задается соответственно следующими параметрическими уравнениями:

$$\gamma_1 : \begin{cases} x = x(\tau), \\ y = y(\tau), \tau \in [0,1], \end{cases} \quad \gamma_2 : \begin{cases} x = \tilde{x}(\tau), \\ y = y(\tau), \tau \in [0,1], \end{cases} \tag{3}$$

$$\gamma_3 : \begin{cases} x = \tilde{x}(\tau), \\ y = \tilde{y}(\tau), \tau \in [0,1]. \end{cases} \tag{4}$$

Тогда на четвертом участке γ_4 (от точки D до точки A) кривая должна задаваться следующим уравнением:

$$\gamma_4 : \begin{cases} x = x(\tau) \\ y = \tilde{y}(\tau), \tau \in [0,1]. \end{cases} \tag{5}$$

Пусть

$$\{\tau_k\},\ k = \overline{0,m} \ – \tag{6}$$

некоторое разбиение отрезка [0,1].

Не ограничивая общности, можно считать, что m является четным числом. Тогда функции $x(\tau)$, $\tilde{x}(\tau)$, $y(\tau)$, $\tilde{y}(\tau)$ в равенствах (3) – (5) имеют вид:

$$x(\tau) = a_1\chi([\tau_0,\tau_1],\tau) + \sum_{j=1}^{m/2-1} a_{2j+1}\chi([\tau_{2j},\tau_{2j+1}),\tau), \tag{7}$$

где $a_{2j+1} = const,\ j = \overline{0, m/2-1}$, ($a_{2j+1} > a_{2j+3}$),

$$\chi([\tau',\tau''),\tau) = \begin{cases} 1, \text{ если } \tau \in [\tau',\tau''), \\ 0, \text{ если } \tau \notin [\tau',\tau''). \end{cases}$$

$$\frac{x(\tau) - a_{2j+1}}{a_{2j+3} - a_{2j+1}} = \frac{\tau - \tau_{2j+1}}{\tau_{2j+2} - \tau_{2j+1}},\ \tau \in [\tau_{2j+1},\tau_{2j+2}),$$

где $a_{m+1} = x(1)$; (8)

$$\tilde{x}(\tau) = \tilde{a}_1\chi([\tau_0,\tau_1],\tau) + \sum_{j=1}^{m/2-1} \tilde{a}_{2j+1}\chi([\tau_{2j},\tau_{2j+1}),\tau), \tag{9}$$

где $\tilde{a}_{2j+1} = const,\ j = \overline{0, m/2-1}$, ($\tilde{a}_{2j+1} < \tilde{a}_{2j+3}$);

$$\frac{\tilde{x}(\tau) - \tilde{a}_{2j+1}}{\tilde{a}_{2j+3} - \tilde{a}_{2j+1}} = \frac{\tau - \tau_{2j+1}}{\tau_{2j+2} - \tau_{2j+1}},\ \tau \in [\tau_{2j+1},\tau_{2j+2}),$$

где $\tilde{a}_{m+1} = x(1)$; (10)

$$y(\tau) = \sum_{j=1}^{m/2} b_{2j}\chi([\tau_{2j-1},\tau_{2j}),\tau), \tag{11}$$

где $b_{2j} = const,\ j = \overline{1, m/2}$, ($b_{2j} < b_{2j+2}$);

$$\frac{y(\tau) - b_{2j}}{b_{2j+2} - b_{2j}} = \frac{\tau - \tau_{2j}}{\tau_{2j+1} - \tau_{2j}},\ \tau \in [\tau_{2j},\tau_{2j+1}), \tag{12}$$

где $b_0 = y(0)$;

$$\tilde{y}(\tau) = \sum_{j=1}^{m/2} \tilde{b}_{2j}\chi([\tau_{2j-1},\tau_{2j}),\tau), \tag{13}$$

где $\tilde{b}_{2j} = const,\ j = \overline{1, m/2}$, ($\tilde{b}_{2j} > \tilde{b}_{2j+2}$);

$$\frac{\widetilde{y}(\tau)-\widetilde{b}_{2j}}{\widetilde{b}_{2j+2}-\widetilde{b}_{2j}}=\frac{\tau-\tau_{2j}}{\tau_{2j+1}-\tau_{2j}},\ \tau\in[\tau_{2j},\tau_{2j+1}),\quad (14)$$

где $\widetilde{b}_0 = y(0)$.

Не ограничивая общности, можно считать, что если $u \ge x(1)$, то $a_{2q+3} < u \le a_{2q+1}$ (или $x(1) \le u < a_{m-1}$), если $u < x(1)$, то $\widetilde{a}_{2q+1} < u \le \widetilde{a}_{2q+3}$ (или $\widetilde{a}_{m-1} < u < x(1)$); если $v \ge y(0)$, то $b_{2p} \le v < b_{2p+2}$ (или $y(0) \le v < b_2$), если $v < y(0)$, то $\widetilde{b}_{2p+2} \le v < \widetilde{b}_{2p}$ (или $\widetilde{b}_2 < v < y(0)$) и тогда имеет место следующее утверждение:

Теорема. Если точка (u,v) принадлежит области, ограниченной замкнутой кривой γ, которая задается уравнениями (7) – (14), тогда (с вероятностью $P=1$) имеют место равенства:

$$\overline{m}(u,v)=\sum_{k=2p}^{2q+3}\beta_k^1 w_k+\beta_k^2\widetilde{w}_k+$$

$$+\beta_k^3\widetilde{\widetilde{w}}_k+\beta_k^4\widehat{w}_k;\quad (15)$$

$$d(u,v)=uv\Big(1-\sum_{k=2p}^{2q+3}\beta_k^1\Big)-v\sum_{k=2p}^{2q+3}\beta_k^2\widetilde{x}_k-$$

$$-\sum_{k=2p}^{2q+3}\beta_k^3\widetilde{x}_k\widetilde{y}_k-u\sum_{k=2p}^{2q+3}\beta_k^4\widetilde{y}_k,\quad (16)$$

где коэффициенты $\beta_k^s, k=\overline{2p,2q+3}, s=\overline{1,4}$ определяются следующими равенствами:

$$\beta_{2p}^s=\begin{cases}(-1)^{s-1}\dfrac{u-a_{2p+1}^s}{\delta\ a_{2p+1}}, & \text{при}\ \ s=1,2;\\ 0,\ \text{при}\ \ s=3,4\end{cases}$$

(если $v \ge y(0)$); (17)

$$\beta_{2p}^s=\begin{cases}(-1)^{s-1}\dfrac{u-a_{2p+1}^s}{\delta\ a_{2p+1}}, & \text{при}\ \ s=3,4;\\ 0,\ \text{при}\ \ s=1,2\end{cases}$$

(если $v < y(0)$); (18)

$$\beta_{2(p+j)+1}^l=(-1)^s\frac{(u-a_{2(p+j)+1}^s)(v-b_{2(p+j+1)}^s)}{\delta a_{2(p+j)+1}\delta b_{2(p+j+1)}},$$

$j=\overline{0,q-p+1}$, $s=\overline{1,4}$; (19)

$$\beta_{2(p+j)}^s=(-1)^{s-1}\frac{(u-a_{2(p+j)+1}^s)(v-b_{2(p+j)}^s)}{\delta a_{2(p+j)+1}\delta b_{2(p+j)}},$$

$j=\overline{1,q-p}$, $s=\overline{1,4}$; (20)

$$\beta_{2q+2}^s=\begin{cases}(-1)^{s-1}\dfrac{v-b_{2q+2}^s}{\delta\ b_{2q+2}}, & \text{при}\qquad s=1,4;\\ 0,\ \text{при}\qquad s=2,3\end{cases}$$

(если $u \ge x(1)$); (21)

$$\beta_{2q+2}^s=\begin{cases}(-1)^{l-1}\dfrac{v-b_{2q+2}^s}{\delta\ b_{2q+2}}, & \text{при}\qquad s=2,3;\\ 0,\ \text{при}\qquad s=1,4\end{cases}$$

(если $u < x(1)$), (22)

где $a_k^s=\begin{cases}\widetilde{a}_k,\ s=1,4,\\ a_k,\ s=2,3;\end{cases}\quad b_k^s=\begin{cases}\widetilde{b}_k,\ s=1,2,\\ b_k,\ s=3,4;\end{cases}$

$\delta a_k = a_k-\widetilde{a}_k$; $\delta b_k = b_k-\widetilde{b}_k$;

$\widetilde{x}_k=\widetilde{x}(\tau_k)$; $\widetilde{y}_k=\widetilde{y}(\tau_k)$;

$w_k = w(x_k,y_k)$; $\widetilde{w}_k = w(\widetilde{x}_k,y_k)$;

$\widetilde{\widetilde{w}}_k = w(\widetilde{x}_k,\widetilde{y}_k)$; $\widehat{w}_k = w(x_k,\widetilde{y}_k)$;

$\tau_k, k=\overline{2p+1,2q+1}$ – точки из разбиения (6) отрезка [0,1];

$\tau_{2p}=\tau(v)$; $\tau_{2q+2}=\tau(u)$.

Замечание 1. Таким образом, в теореме доказано, что если γ – ступенчатая кривая некоторого типа, которая задается уравнениями вида (4) – (11), то оценки $\overline{m}(u,v)$ и $d(u,v)$ зависят от наблюдений поля только в вершинах этой кривой и следовательно, восстановление можно выполнить по наблюдениям в конечном числе точек, применяя формулы (15) - (22).

Замечание 2. Из формул (15), (16), описывающих явный вид оценок $\overline{m}(u,v)$ и $d(u,v)$, следует, что данные величины зависят от наблюдений поля на участках кривой γ при $\tau\in[\tau(v),\tau(u)]$.

Заключение

Основные результаты. В статье разработан математический аппарат восстановления значений сум частичных оборотов предприятия по данным выборочной проверки, учитывающий стохастические свойства показателей бухгалтерского учета и отчетности.

Сравнение с аналогами. Методика [1] предполагает осуществлять выбор методов и объемов проверки по большинству направлений после оценки системы внутреннего контроля на предприятии, что требует дополнительного времени и не исключает субъективного подхода.

Выборочные методы статистики, описанные в [2], применяются отдельно к каждому проверяемому показателю и не учитывают влияние на него других показателей.

Регрессионный анализ используется в [3], в основном, для нахождения трендов, при этом предполагается, что случайные возмущения удовлетворяют четырем условиям Гаусса-Маркова или предполагается нарушение только одного условия (наличие автокорреляции или гетероскедастичности). На основании полученного уравнения регрессии прогноз вычисляется только для одного показателя.

Разработанный математический аппарат не требует выполнения условия независимости возмущений в различных наблюдениях и постоянства их дисперсий, а также позволяет применять выборочный метод к нескольким зависимым показателям и делать для них прогноз.

Научная новизна. При моделировании процесса движения сум частичных оборотов впервые использовался винеровский процесс, значения которого зависимы и дисперсия возрастает прямо пропорционально времени.

Практическая значимость. Разработанный математический аппарат позволяет оценивать достоверность показателей учета и отчетности за весь период проверки по данным выборочной проверки.

Перспективы исследования. Дальнейшее развитие методики аудит-проверки на базе данных результатов предполагает определять участки и периоды учета с наибольшим уровнем риска.

Литература

1. Кулаковська Л.П., Піча Ю.В. Організація і методика аудиту. – К.: Каравела, 2004. – 568 с.
2. Елисеева И.И., Терехов А.А. Статистические методы в аудите. – М. Финансы и статистика, 1998. – 176 с.
3. Івахненков С.В. Комп’ютерний аудит. Контрольні методики і технології. – К.: Знание, 2005. – 286 с.
4. Нескородева Т.В. Задача восстановления характеристик объекта при аудит-проверке // Искусственный интеллект. – 2006. – № 1. – С. 71-78.
5. Zemlyak T.V., Shevlyakov A.Yu. On reconstruction of a Wiener field on the plane by its values on closed curves of certain class // Random. Oper. and Stoch. Equ. – 2000. – Vol. 8, №. 1. – P. 67-82.
6. Лищер Р.Ш., Ширяев А.Н. Статистика случайных процессов. – М.: Наука, 1974. – 696 с.

Поступила в редакцию 26.10.2006

Рецензент: д-р экон. наук, проф. В.В. Христиановский, Донецкий национальный университет, Донецк.