

УДК 519.235:336.265

В.Ю. Дубницький, Ю.А. Наталина

Харьковский банковский институт УАБД НБУ

## СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОРРЕКТНОСТИ ЛОТЕРЕИ ТИПА: «УГАДАЙ М ЧИСЕЛ ИЗ N»

*Предложен способ проверки корректности лотерей типа: «Угадай  $m$  чисел из  $n$ ». В основе его лежит оценка совпадения фактических и расчетных вероятностей появления каждого из  $n$  чисел. Проверка совпадения вероятностей проведена по схеме сравнения наблюдаемых частот с заданным расщеплением.*

*лотерея, вероятностная модель, критерий хи-квадрат, расщепление выборки*

### Введение

**Постановка задачи.** Известно, что в настоящее время широко распространены лотереи, в которых от участников требуется угадать  $m$  чисел из  $n$  возможных, так называемые “генуэзские” лотереи [1, 2]. В связи с тем, что организация таких лотерей порождает большие финансовые потоки, то при аудите лотерей необходимо, прежде всего, оценить их корректность. Корректной назовем лотерею, в которой все ее участники имеют равные возможности для выигрыша.

В связи с тем, что число участников лотереи велико, а выигрышную комбинацию (ВК) формируют лототроном на глазах участников в режиме реального времени, то равновозможность выигрыша обусловлена корректным формированием набора чисел, составляющих ВК. Вариант прямого сговора организаторов лотереи с некоторыми из её участников в данном сообщении не рассмотрен, как выходящий за пределы принятой предметной области.

Корректной назовем лотерею, в которой статистическая вероятность формирования ВК совпадает

с вероятностью этого же события, полученной из анализа соответствующей математической модели.

**Анализ литературы.** Вероятность выигрыша в генуэзской лотерее определена в работе [1]. Статистические проблемы оценки корректности такой лотереи в этой и аналогичных работах не рассмотрены. Следует отметить, что близкая по смыслу задача рассмотрена в работе [3].

**Изложение результатов**

Рассмотрим лотерею, в которой необходимо угадать в любой последовательности  $m$  чисел из  $n$ ,  $m < n$ . Тогда количество возможных ВК

$$B = C_n^m \tag{1}$$

Количество комбинаций, в состав которых входит число  $n_j$ ,  $j \in [1; n]$ ,

$$A = C_{n-1}^{m-1} \tag{2}$$

Вероятность события, состоящего в том, что число  $n_j$  войдет в ВК,

$$p = \frac{A}{B} = \frac{C_{n-1}^{m-1}}{C_n^m} = \frac{(n-1)!}{(m-1)!(n-m)!} : \frac{n!}{m!(n-m)!} = \frac{m}{n} \tag{3}$$

Рассмотрим в качестве иллюстрации к приведенной схеме такой пример. Пусть в лотерее исходный набор составляют  $n = 5$  чисел, в выигрышные комбинации входят  $m = 4$  числа. Все допустимые комбинации ВК приведены в табл. 1

Таблица 1

Возможные выигрышные комбинации в лотерее: “Угадай четыре числа из пяти”

a	b	c	d	e
+	+	+	-	+
+	+	-	+	+
+	-	+	+	+
-	+	+	+	+
+	+	+	+	-

Примечание: “+” – число принадлежит ВК; “-” – число не принадлежит ВК.

В соответствии с условием (3) для данной лотереи вероятность  $p = 4/5$ . Действительно,  $C_5^4 = 5$ , количество комбинаций  $A_k$  содержащих данное число  $k$ ,  $\{k = a, d, c, d, e\}$  определим из табл.1 непосредственным подсчетом:  $A_a = A_b = A_c = A_d = A_e = 4$ .

Таким образом, оценка корректности лотереи сведена к проверке утверждения о том, что частоты появления любого из  $n_j$   $\{j \in [1; n]\}$  чисел соответствует вероятности  $p = m/n$ .

Подобного рода задачи хорошо изучены в генетике и известны под названием задачи о сравнении наблюдаемых частот с заданным расщеплением [3].

Для проверки статистической гипотезы о том, что расщепление выборки соответствует наблюдаемому, необходимо вычислить величину

$$\chi^2_{\text{факт}} = \sum_{j=1}^n \frac{(B_j - E)^2}{E} \tag{4}$$

где  $B_j$  – фактическая частота числа  $n_j$  (количество ВК в которые вошло число  $n_j$ ).

Число  $E$  определяют по формуле:

$$E = r \frac{m}{n} \tag{5}$$

где  $r$  – объем выборки, содержащей информацию о возможных ВК;  $m, n$  – параметры лотереи.

Если величина  $\chi^2_{\text{факт}} < \chi^2_T$ , где  $\chi^2_T = \chi^2_{\alpha, (n-1)}$ , то гипотеза о корректности лотереи может быть принята.

В табл. 2 приведены результаты соответствующих вычислений.

Так как для лотерей № 1 и № 2 величина  $\chi^2_{\text{факт}} < \chi^2_T$ , то эти лотереи можно считать корректными. Гистограмма ряда распределения для лотереи №1 показана на рис. 1, 2, а для лотереи № 2 – на рис. 3.

Таблица 2

Фактические и критические значения величины  $\chi^2$

Вид лотереи	Параметры лотереи (m,n)	Объем выборки – количество тиражей (r)	Величина $\chi^2$	Уровень значимости $\alpha$	Число степеней свободы	Величина $\chi^2_T$
№1	(20;80)	2038	76,70	0,05	79	100,74
№2	(6;49)	203	47,79	0,05	79	65,17

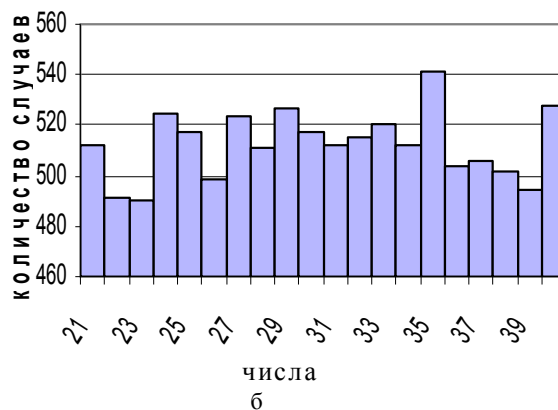
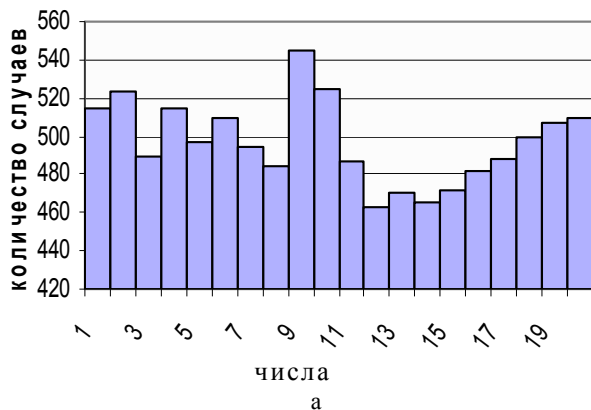


Рис. 1. Гистограмма распределения цифр выигрышных комбинаций лотереи № 1: а – цифры 1-20; б – цифры 21-40

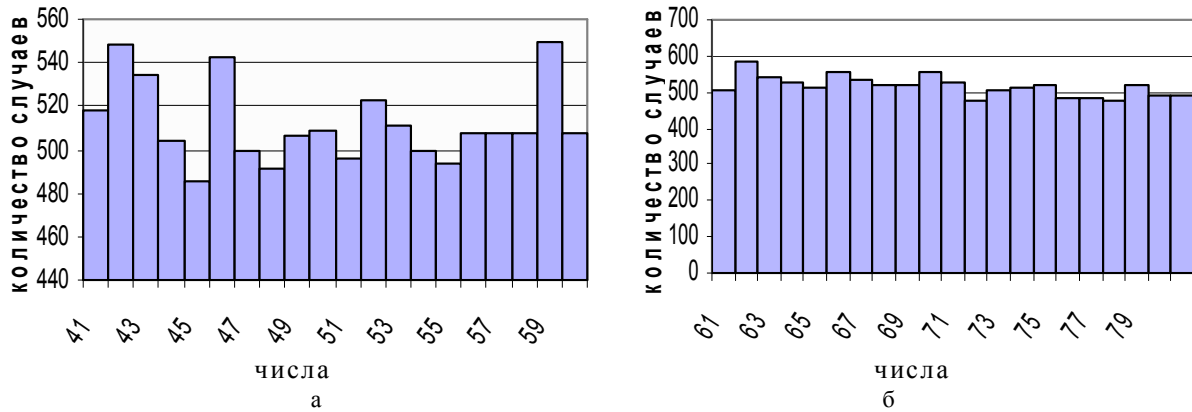


Рис. 2. Гистограмма распределения цифр выигрышных комбинаций лотереи № 1: а – цифры 41-60; б – цифры 61-80

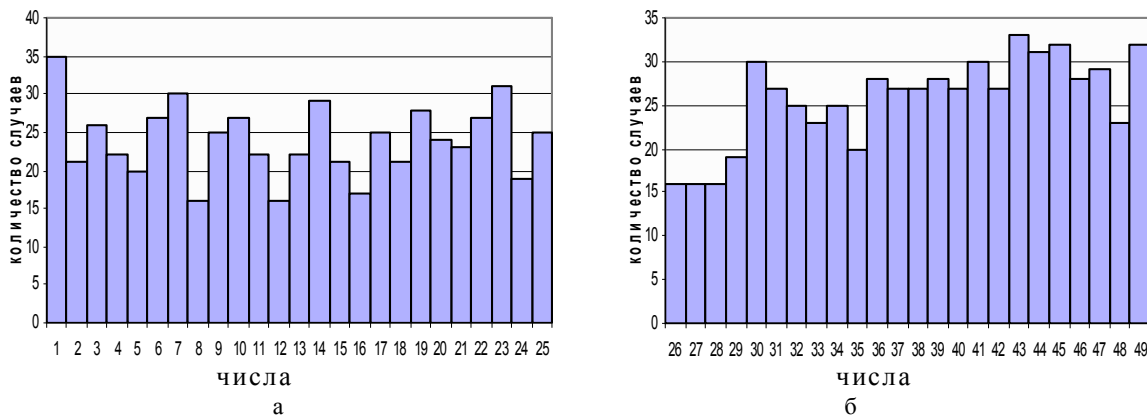


Рис. 3. Гистограмма распределения цифр выигрышных комбинаций лотереи № 2: а – цифры 1-25; б – цифры 26-49

Ещё один метод контроля корректности лотереи состоит в следующем. Из работы [4] известно, что если выполнено неравенство:

$$z = \left( |p - \pi| - \frac{1}{2n} \right) / \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} < z_{\alpha}, \quad (6)$$

где  $p$  – фактическая частота интересующего нас события;  $\pi$  – его вероятность;  $n$  – количество испытаний;  $z_{\alpha}$  – критическое значение, то принято считать,

что различие между частотой события и его вероятностью несущественно на уровне значимости  $\alpha$ .

В табл. 3 приведены итоговые результаты соответствующих вычислений, выполненных для каждой из цифр, участвующей в игре.

Таким образом, фактическое различие частоты появления цифры в лотерее и вероятностью находится в пределах допустимой погрешности.

Таблица 3

Оценка существенности различия частоты появления цифры и её вероятностью

Вид лотереи	Параметры лотереи (m;n)	Количество цифр	Величина $\alpha$	Уровень значимости $\alpha$	Различие несущественно (количество цифр)	Различие существенно (количество цифр)
№1	(20;80)	80	1,96	0,05	77	3
№2	(6;49)	49	1,96	0,05	48	1

### Выводы

1. Предложена методика оценки корректности лотереи типа: «Угадай  $m$  чисел из  $n$  возможных».
2. Показана корректность двух типов лотерей проводимых в Украине.

### Список литературы

1. Виленкин Н.Я. Комбинаторика. – М.: Наука, 1968. – 338 с.
2. Закс. Л. Статистическое оценивание. – М.: Статистика, 1976. – 596 с.

3. Большев Л.Н. О случайных числах М. Кадырова в статистических таблицах Я.Янко // Теория вероятностей и её применение. – 1964. – № 9. – С. 152-154.

4. Флейс Дж. Статистические методы для изучения таблиц долей и пропорций. – М.: «Финансы и статистика», 1989. – 318 с.

Поступила в редколлегию 22.12.2006

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Е.А. Артеменко, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.