



ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА БЕРРА И СКАККО ДЛЯ ПРОВЕРКИ ДОСТОВЕРНОСТИ ЭЛЕКТОРАЛЬНЫХ ДАННЫХ

В статье обсуждаются результаты анализа электоральных данных участковых избирательных комиссий (УИК) Свердловской области (СО) по результатам выборов в 2018 г. Президента Российской Федерации (РФ). Цель анализа – проверка гипотезы об отсутствии фальсификаций использованных электоральных данных. В качестве инструмента исследований использован метод Бебера и Скакко.

Получены оценки чувствительности данного метода, свидетельствующие о возможности выявления потенциальных фальсификаций электоральных данных в случаях, когда количество чисел, заканчивающихся цифрами «0» и «5» не менее, чем на 8% превышает аналогичную величину в случае их отсутствия.

Вычислены оценки плотностей вероятностей второй после запятой цифры в электоральном показателе «отношение числа проголосовавших избирателей на данном избирательном участке к общему числу зарегистрированных избирателей», а также появления одинаковых цифр в первом и во втором разрядах после запятой, которые свидетельствуют об отсутствии в СО на этих выборах фальсификаций электоральных данных.

Ключевые слова: выборы, электоральные данные, фальсификация электоральных данных, метод Бебера и Скакко, плотность распределения, критерий хи-квадрат.

Porshnev S.V., Raybko N.Yu.

EXPERIENCE IN APPLYING THE BURR AND SCACCO METHOD TO VERIFY THE RELIABILITY OF ELECTORAL DATA

The article discusses the results of the electoral data of the Precinct Election Commissions (PECs) of the Sverdlovsk Region (SO) analysis that based on the results of the elections in 2018 of the President of the Russian Federation (RF). The purpose of the analysis is to test the hypothesis

about the absence of falsifications of the used electoral data. The method of Beber and Scacco was used as a research tool.

Sensitivity estimates of this method have been obtained, indicating the possibility of identifying potential falsifications of electoral data in cases where the number of numbers ending with the numbers «0» and «5» is at least 8% higher than the same value in case of their absence.

The distribution density of the second digit after the decimal point in the electoral indicator «the ratio of the number of voters who voted in a given polling station to the total number of registered voters» estimates and the identical numbers in the first and second digits after the decimal point appearance are calculated, which indicate the absence of falsification of electoral data in SO in these elections.

Keywords: elections, electoral data, falsification of electoral data, Beber and Scacco method, distribution density, chi-square test.

Введение

Сегодня в политологии и юриспруденции активно разрабатываются и обсуждаются различные аспекты правовой защиты политической системы и её институтов от, так называемой, электоральной преступности. Под данным понятием понимают (см., например, [1–5]) совокупность преступлений, ответственность за совершение которых предусмотрена статьями 141, 1411, 142 и 1421 Уголовного кодекса (УК) Российской Федерации (РФ), совершаемых в определенные периоды в пределах какой-либо территории. Термин «электоральная преступность» был введен в отечественную политическую криминологию в [3] в 2000 г. Обоснование целесообразности выделения электоральной криминологии, как самостоятельного научного направления, основным объектом исследования которой является электоральная преступность, отдельные формы и/или виды ее проявления, причины её существования и распространения, особенности личности преступника и жертвы, а также меры противодействия данному негативному явлению, приведено, например, в [4].

Один из подходов, призванных выявлять возможные фальсификации результатов выборов, основан на использовании статистических методов анализа данных, собранных во время проведения голосования. В англоязычной литературе в качестве обобщенного названия этих методов используется термин «electoral forensics» [6], который можно перевести как «электоральная криминалистика». В [7] выделены две группы методов электоральной криминалистики:

– к первой группе отнесены методы, основанные на анализе частотных характеристик

цифр количественных данных о результатах голосования;

– ко второй группе – методы, основанные на анализе соотношений между вычисляемыми характеристиками электоральных данных, например, уровнем явки избирателей и уровнем поддержки кандидатов.

При этом в обеих группах методов выявление фальсификаций основано на сравнении результатов анализа реальных электоральных данных с соответствующими оценками, вычисленными на основе использования математических моделей «идеальных» выборов, оценить адекватность которых, однако, не представляется возможным, так как для этого, в свою очередь, необходимо и электоральные результаты «идеальных» выборов, но при этом сначала требуется доказать, что выборы были проведены, действительно «идеально». (В известной мере ситуация изоморфна известному детскому стихотворению о попе и его собаке.)

Закономерно, что в данной ситуации возникает огромный простор для самостоятельного анализа и интерпретации результатов проводимых, в первую очередь в Российской Федерации (РФ), выборов в соответствии с занимаемой политической позицией конкретным исследователем (политологом) по отношению действующей в государстве власти, что противоречит требованиям Федерального закона «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (149-ФЗ) [8], который в соответствии со статьей 1 регулирует отношения, возникающие при:

1) осуществлении права на поиск, получение, передачу, производство и распространение информации;

2) применении информационных технологий;

3) обеспечении защиты информации, и устанавливает принципы правового регулирования отношений в сфере информации, информационных технологий и защиты информации [9, ст. 3], в том числе, принцип «достоверности информации и своевременности ее предоставления».

При этом по мнению исследователей электоральных результатов выборов (электоральных статистиков – ЭС), оппозиционно настроенных по отношению к власти РФ (оппозиционных ЭС – ОЭС), в XXI вв. в нашей стране не было проведено ни одних выборов, результаты которых не были бы фальсифицированы. В этом можно убедиться, ознакомившись, например, с архивом электронного международного журнала «Electoral Politics» [9]; материалами дискуссии «Возможности математических методов по выявлению электоральных фальсификаций» [10] и другими публикациями многочисленных ОЭС (см. например, [11–14] и др.), часть из которых при этом получали финансовую поддержку за счет грантов государственных научных фондов РФ и РФФИ. При этом попытки критического анализа математических методов, используемых для выявления электоральных аномалий (см., например, [15]), которые сегодня реализованы в виде соответствующих on-line сервисов [16], встречают резкую критику со стороны ОЭС (см., например, [17]).

Принимая во внимание социальную и политическую значимость проблемы делигитимации выборов, проводимых в РФ, представляется актуальным проведение не ангажированных исследований электоральных данных и интерпретации получаемых результатов. В статье обсуждаются результаты анализа электоральных данных, представленных участковыми избирательными комиссиями, проводивших выборы Президента РФ в 2018 г. на территории Свердловской области (СО).

2. Источник и структура анализируемых электоральных данных

Для проведения анализа особенностей мнений участников выборов Президента РФ в 2018 г. в СО, были использованы официальные данные, размещенные на сайте Центральной избирательной комиссии (ЦИК) [18]. В связи с тем, что сайт ЦИК не позволяет скачать одновременно все электоральные данные, собранные в ходе выборов Президента РФ в 2018 г., авторами был разработан специальный программный инструмент, обеспечивающий выгрузку этих данных в виде единого файла, имеющего формат Excel (далее файл «Данные ЦИК») [19]. Данный файл представляет собой таблицу, состоящую из 23 столбцов. Соответствие между названиями столбцов в файле «Данные ЦИК» и их контентом приведено в Таблице 1.

Записи в файле «Данные ЦИК» упорядочены по алфавиту в порядке убывания иерархии полей: «Название субъекта РФ», «Назва-

Таблица 1

Название столбца	Тип данных	Контент данных
I1	Текст	Название субъекта РФ
I2	Текст	Название территориальной избирательной комиссии (ТИК)
I3	Текст	Название участковой избирательной комиссии (УИК)
c1	Числовой	Число избирателей, включенных в список избирателей
c2	Числовой	Число избирательных бюллетеней, полученных участковой избирательной комиссией
c3	Числовой	Число избирательных бюллетеней, выданных избирателям, проголосовавшим досрочно
c4	Числовой	Число избирательных бюллетеней, выданных в помещении для голосования в день голосования
c5	Числовой	Число избирательных бюллетеней, выданных вне помещения для голосования в день голосования
c6	Числовой	Число погашенных избирательных бюллетеней
c7	Числовой	Число избирательных бюллетеней в переносных ящиках для голосования
c8	Числовой	Число бюллетеней в стационарных ящиках для голосования
c9	Числовой	Число недействительных избирательных бюллетеней
c10	Числовой	Число действительных избирательных бюллетеней

c11	Числовой	Число утраченных избирательных бюллетеней
c12	Числовой	Число избирательных бюллетеней, не учтенных при получении
c13	Числовой	Число избирательных бюллетеней, поданных за Бабурин Сергей Николаевича
c14	Числовой	Число избирательных бюллетеней, поданных за Грудинина Павла Николаевича
c15	Числовой	Число избирательных бюллетеней, поданных за Жириновского Владимира Вольфовича
c16	Числовой	Число избирательных бюллетеней, поданных за Путина Владимира Владимировича
c17	Числовой	Число избирательных бюллетеней, поданных за Собчак Ксению Анатольевну
c18	Числовой	Число избирательных бюллетеней, поданных за Сурайкина Максима Александровича
c19	Числовой	Число избирательных бюллетеней, поданных за Титова Бориса Юрьевича
c20	Числовой	Число избирательных бюллетеней, поданных за Явлинского Григория Алексеевича

ние ТИК», «Название УИК». После строки, содержащей электоральные сведения о последней УИК, созданной данной ТИК данного субъекта РФ, отображаются сводные данные по соответствующей ТИК. При этом в обсуждаемой строке поле с координатами (I3, «Номер обсуждаемой строки») остается пустым.

Соответственно, после строки, содержащей сводные данные о последней ТИК данного субъекта РФ, отображаются сводные данные по всем ТИК данного субъекта РФ. При этом в обсуждаемой строке поля с координатами (I2, «Номер обсуждаемой строки»), (I3, «Номер обсуждаемой строки») остаются пустыми. Выбранная структура файл «Данные ЦИК», как очевидно, позволяет извлекать электоральные данные как по отдельным УИК, отдельным ТИК выбранного субъекта РФ, так и по выбранному субъекту РФ, в целом, а также по выбранному Федеральному округу РФ.

Всего файл «Данные ЦИК» содержит 100579 строк (записей). При этом в первой строке файла размещаются названия столбцов, представленные в Таблице 1. Отметим, что столбцы «с11», «с12» содержат только нулевые значения.

Далее для проведения последующего анализа из файла «Данные ЦИК» были извлечены электоральные данные по каждой из УИК, созданной на территории СО (общее число УИК – 2582).

3. Анализ электоральных данных, представленных УИК СО по результатам выборов Президента РФ в 2018 г.

Рассмотрим выбранные результаты анализа электоральных данных, представленных

УИК СО по результатам выборов Президента РФ в 2018 г.

Зависимости числа зарегистрированных избирателей (Последовательность № 1 – П1) и числа проголосовавших избирателей от порядкового номера УИК СО (Последовательность № 2 – П2), а также аппроксимации их плотностей распределений (ПР), вычисленные с помощью функции `ksdensity.m` пакета MATLAB, представлены на рисунке 1.

Из рисунка 1 видно, что П1, П2 являются некоторыми выборками случайных процессов, имеющих двухмодальные ПР. Значения П1 принадлежат отрезку [11,3581], значения П2 – отрезку [5,2356]. Координаты локальных максимумов ПР анализируемых зависимостей оказываются равными 314 и 1889. Визуальный анализ П1, П2 и их ПР позволяет предположить, что существует линейная связь между числом зарегистрированных и числом проголосовавших избирателей.

Для подтверждения данного предположения была исследована зависимость числа проголосовавших избирателей на данном избирательном участке (B) числа зарегистрированных избирателей данной УИК (V), представленная на рисунке 2 (слева вверху), из которой видно, что точки с координатами (V, B) $i = \overline{1, 2580}$ располагаются вдоль прямой

$$v = ax + b, \quad (1)$$

где $a = 0.6045$, $b = 13.1407$ – коэффициенты прямой, вычисленные с помощью метода наименьших квадратов. При этом значение коэффициента детерминации R^2 , характеризующего величину линейной связи между показателями B и V , оказалось равным 0967.

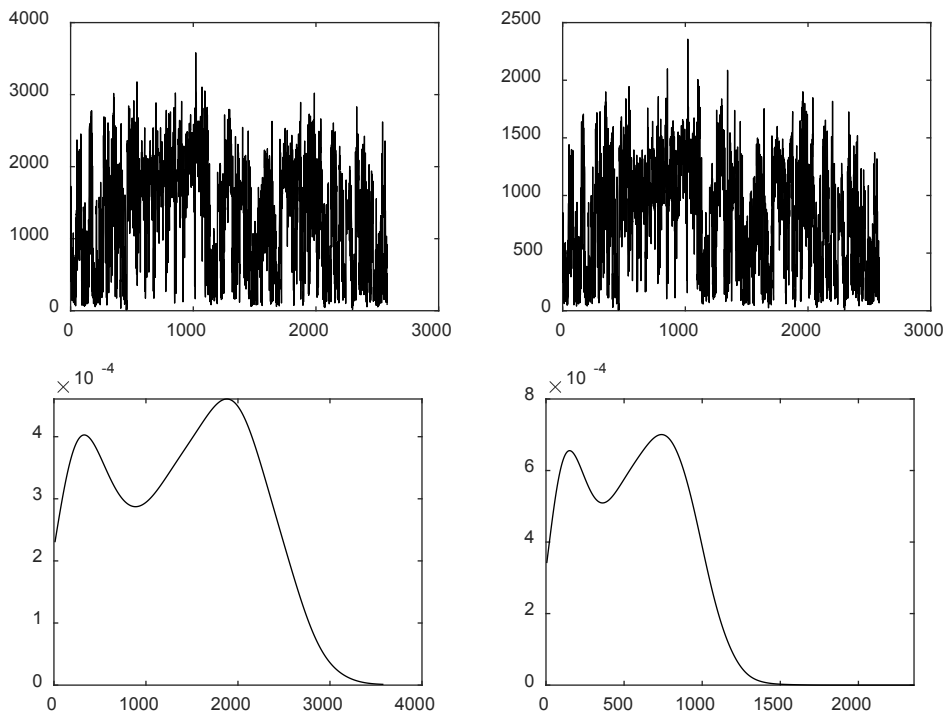


Рис. 1. Сверху: Последовательности № 1 (слева), № 2(справа); снизу аппроксимации их ПР (соответственно)

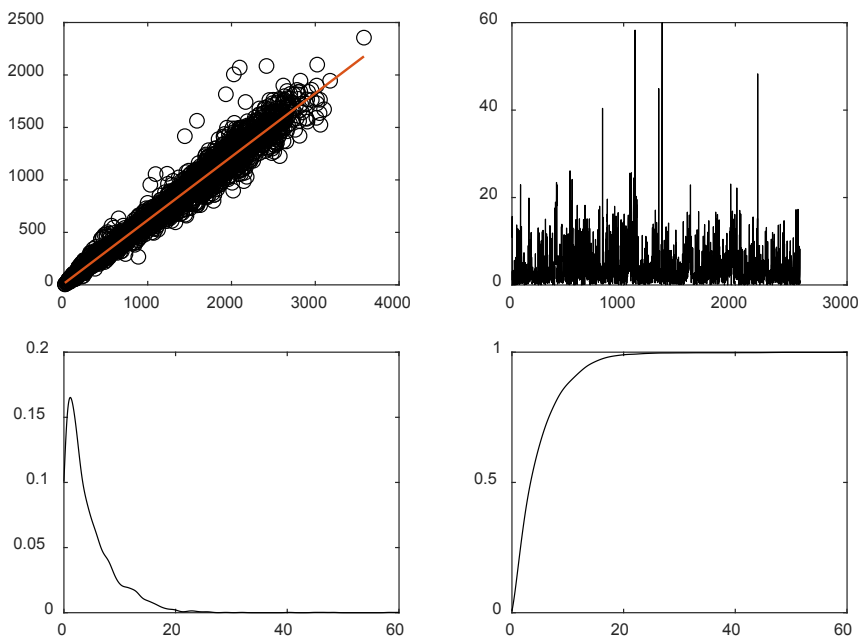


Рис. 2. К анализу особенностей зависимости $B=f(V)$ (слева направо и сверху вниз): зависимость $B=f(V)$, зависимость расстояния от прямой

Для оценки степени отклонения точек с координатами (V_i, B_i) от прямой (1) вычислены расстояния от прямой (1) до соответствующих точек:

$$d_i = \frac{|aV_i + b - B_i|}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \quad i = \overline{1, 2580}.$$

Последовательность $\{d_i\}$ представлена на

рисунке 2 (вверху, справа). ПР и функция распределения (ФР) данной последовательности также представлены на рисунке 2 (снизу, слева и справа, соответственно). Из рисунка 2 (вверху, справа) видно, что члены последовательности $\{d_i\}$ являются случайными величинами с областью рассеяния $[0.001; 60]$, сред-

нее значение которой равняется 4.5399, а среднеквадратическое отклонение $\sigma = 4.8438$. Анализ ПР последовательности $\{d\}$ показывает, что значения 96% членов последовательности $\{d\}$ не превосходят $3\sigma = 14.5313$, в связи с чем, с нашей точки зрения, нет оснований полагать, что на этих участках проводилась фальсификация результатов голосования. Значения 4% членов последовательности $\{d\}$ избирательных участка значения 4% превосходят 3σ .

Например, максимальные значения оказываются у членов последовательности $\{d\}$ с номерами $i = 811, 1102, 1314, 1345, 2200$ (соответственно, порядковыми номерами УИК), которым соответствуют следующие пары точек на плоскости (V, B) : (1443,1417); (1588, 1564); (2028,2006); (2098,2071); (1933,1817). Отмеченные электоральные результаты были опубликованы следующими УИК СО: УИК №1590 Ленинской ТИК г. Екатеринбурга; УИК №1782 Чкаловской ТИК г. Екатеринбурга; УИК №1905 Красно-Уральской городской ТИК; УИК №457 Камышловской городской ТИК; УИК №2595 Свободненской поселковой ТИК. При этом только в последней УИК 270 избирателей воспользовались правом досрочного голосования.

Эти результаты, с нашей точки зрения, обусловлены высокой в сравнении с другими избирательными участками явкой избирателей, которая, отнюдь, не является прямым доказательством фальсификации электоральных данных на этих участках, но поводом для анализа выявленных особенностей электорального поведения. Отметим, что подтвердить или опровергнуть достоверность аномальных результатов можно при наличии достоверных данных опросов избирателей, проводимых независимыми экспертами на выходе данных избирательных участков (экзит-поллов) (см., например, [20,21]).

В связи с отсутствием данной информации было проведено самостоятельное исследование распределения встречаемости цифр в последнем разряде значений явки избирателей на избирательные участки во время выборов Президента РФ в 2018 г. (отношений, вычисленных на каждом из избирательных участков числа избирательных бюллетеней, признанных действительных, к общему числу зарегистрированных избирателей, измеряемых с точностью до второго знака после запятой), а также распределения вероятности появления одинаковых цифр в первом и

втором знаках после запятой выбранного показателя.

3. Основные идеи метода Бебера и Скакко

Использованный метод, называемый методом Бебера и Скакко [22], основан на анализе встречаемости цифр в данных электоральной статистики и сравнении с соответствующим распределением цифр в «нефальсифицированных» данных электоральной статистики.

Данный метод восходит к закону Бендорфа (закону первой цифры) [23], в соответствие с которым вероятность встретить в первом разряде численных характеристик некоторых процессов, к которым относятся стохастические процессы и процессы, являющиеся аддитивными суммами данных процессов, цифры d ($d=0,1,\dots,9$) $P(d)$ равняется

$$P(d) = \log_2(d+1) - \log_2(d) = \log_2\left(1 + \frac{1}{d}\right).$$

Для электоральных данных закон Бендорфа непосредственно оказывается неприменимым, однако, есть основания полагать, что данному закону подчиняется не первая, но последняя цифры выбранного показателя электоральной статистики. В качестве таких показателей ОЭС используют, например, целочисленные показатели: численность избирателей, численность проголосовавших избирателей, численность избирателей, проголосовавших за конкретного кандидата/конкретную партию и т.д. При этом полагается, что в условиях отсутствия фальсификаций частота встречаемости каждой из цифр, стоящих в последней позиции числа (отношения числа случаев, в которых выпала данная цифра к общему числу чисел, использованных в анализе), будет одинаковой.

Описанное свойство последней цифры целых случайных чисел иллюстрирует рисунок 3, на котором представлены ПР частоты встречаемости цифр «0», «3», «5», «9», вычисленные на основе анализа выборки целых случайных чисел, принадлежащих интервалу [11,3811].

Для вычисления зависимостей, представленных на рисунке 3, на каждом (i -ом) шаге метода Монте-Карло ($i = 1, 10^3$) генерировалось $N = 10^3$ независимых случайных чисел, принадлежащих интервалу [11,3811], используя которые подсчитывались частоты встречаемости цифр «0», «1», ... «9» — n_j , $j = 0, 9$, которые далее заносились в матрицу Z_{ij} размером $10^3 \cdot 10$. Каждый столбец матрицы Z_{ij} пред-

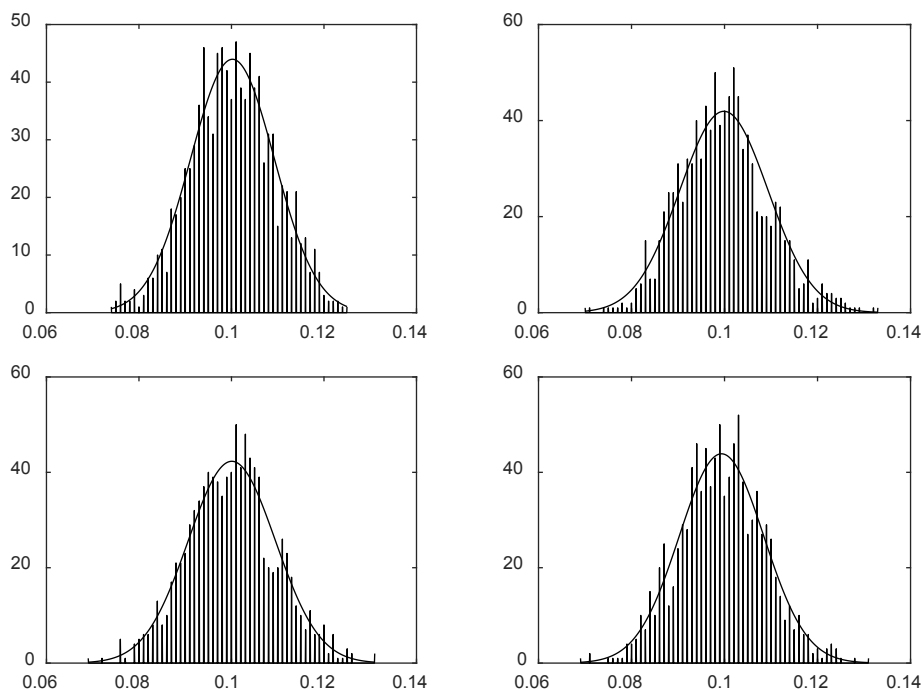


Рис. 3. ПР частот встречаемости цифр «0», «3», «5», «9» и их аппроксимации нормальным законом распределения $N(\mu_i, \sigma_i)$

ставлял собой случайную выборку частот встречаемости соответствующей последней цифры. Далее были вычислены ПР каждой и цифр, а также их аппроксимации нормальными законами распределения $N(\mu_i, \sigma_i)$, $i = \overline{0, 9}$, где в качестве параметров распределений

использовались их оценки, вычисленные по соответствующим столбцам матрицы Z_{ij} ,
$$\mu_i = \frac{1}{N_p} \sum_{j=0}^{N_p} Z_{ij}, \sigma_i = \left[\frac{1}{N_p - 1} \sum_{j=0}^{N_p} (Z_{ij} - \mu_i)^2 \right]^{1/2} N_p = 10^3,$$
 представленные в таблице 2.

Таблица 2

Параметры распределений $N(\mu_i, \sigma_i)$

i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
μ_i	0.1002	0.1006	0.0996	0.0999	0.0999	0.1001	0.1005	0.0997	0.1001	0.0994
σ_i	0.0091	0.0096	0.0095	0.0095	0.0095	0.0094	0.0099	0.0094	0.0093	0.0091

Из Таблицы 2 видно, что можно выдвинуть статистическую гипотезу о том, что частоты встречаемости цифр «0», «1», ..., «9» в рассматриваемом случае являются случайной выборкой с равномерным законом распределения (плотность распределения $\mu_i^{(theory)} = 0.1$, $i = \overline{0, 9}$), которая подтверждается результатами сравнения статистики критерия χ^2

$$\chi^2 = N_p \sum_{i=0}^9 \frac{(\mu_i - \mu_i^{(theory)})^2}{\mu_i^{(theory)}} = 0.0093 \quad (2)$$

где N_p – объем выборки, по которой вычислена оценка частоты встречаемости μ_i с критическим значения квантиля χ^2 -распределения с 8 степенями свободы на уровне значимости $\alpha = 0.05$:

$$\chi^2_{1-\alpha}(8) = 15.5073.$$

Так как статистика $\chi^2 < \chi^2_{1-\alpha}(8)$, значения частот встречаемости цифр «0», «1», ..., «9» в последнем разряде изученной выборки целых случайных чисел μ_i можно считать одинаковыми и равными 0.1, соответственно, совокупность случайных чисел $\{\mu_i\}$ – выборкой из генеральной совокупности случайных чисел с дискретным равномерным законом распределения на интервале [0,9].

Данный результат положен в основу в метода Бебера и Скакко [22], в котором полагается, что внесение фальсификаций в те или иные целочисленные показатели выборов (численность избирателей N_{ij} , число проголо-

совавших избирателей N_v и т.д.), с неизбежностью, приведет к изменению частот встречаемости последних цифр $\mu_i^{(exper)}$, и, соответственно, изменению статистики критерия χ^2 (2). В случае когда

$$\chi^2 \geq \chi^2_{0.95}(8) = 15.5073, \quad (3)$$

факт фальсификации электоральной статистики считается доказанным.

По мнению ОЭС наиболее часто встречающиеся фальсификации электоральных данных состоят в увеличении частот встречаемости цифр «0» и «5», μ_0, μ_5 за счет пропорционального уменьшения частот встречаемости цифр «1», «2», «3», «4», «6», «7», «8», «9». В этой связи закономерно возникает вопрос: На какую величину $\Delta/2$ следует увеличить частоты встречаемости цифр «0» ($\tilde{\mu}_0 = \mu_0 + \Delta/2$), и «5» ($\tilde{\mu}_5 = \mu_5 + \Delta/2$), пропорционально уменьшив

при этом значения частот встречаемости каждой из цифр «1», «2», «3», «4», «6», «7», «8», «9» ($\tilde{\mu}_m = \mu_m - \Delta/8, m = 1, 4, m = 6, 9$), чтобы гипотеза о равномерном распределении последовательности $\{n_i\}$ была отвергнута на уровне значимости 0.05? Для ответа на данный вопрос применительно к значениям частоты встречаемости, представленным в таблице 2, была вычислена зависимость статистики $\tilde{\chi}^2 = \tilde{\chi}^2(\Delta)$:

$$\tilde{\chi}^2(\Delta) = N_p \sum_{i=0}^9 \frac{(\tilde{\mu}_i - 0.1)^2}{0.1} = N_p \left[(\mu_0 + \Delta/2)^2 + (\mu_5 + \Delta/2)^2 + \sum_{\substack{m=1,9, \\ i \neq 5}}^9 (\mu_m + \Delta/2)^2 \right],$$

представленная на рисунке 4.

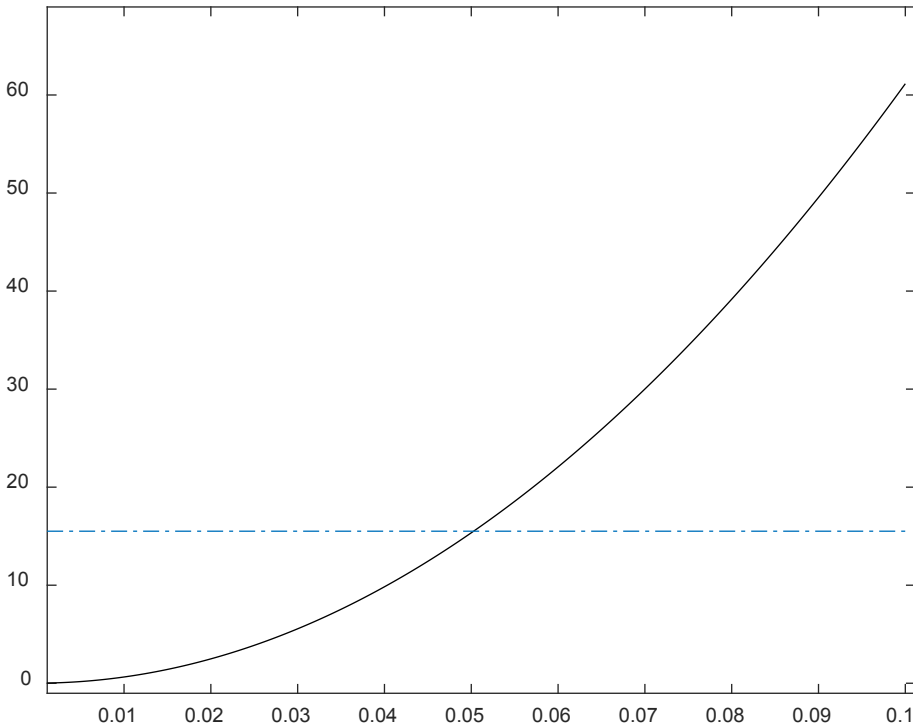


Рис. 4. График функции $\tilde{\chi}^2 = \tilde{\chi}^2(\Delta)$ (пунктир – прямая $y=15.5073$)

Из рисунка 4 видно, что значение функции $\tilde{\chi}^2 = \tilde{\chi}^2(\Delta)$ превышает критическое значение критерия $\chi^2_{0.95}(8)$ при $\Delta \geq 0.1575$. Данный результат означает, что выявить внесенные изменения в данные, находящиеся в столбцах описанной выше матрицы Z , с помощью обсуждаемого критерия удастся если они таковы, что $\mu_0, \mu_5 \geq 0.1788, \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8 = \mu_9 \geq 0.1197$. Применительно к ис-

ходным данным это означает, что для достижения указанных значений частот встречаемости последних цифр следует изменить не менее чем на $\approx 8,0\%$ количества простых чисел, оканчивающихся на число «0», «5», и уменьшения не менее чем на $\approx 2,0\%$, количество каждого из простых чисел, оканчивающихся цифрами «1», «2», «3», «4», «6», «7», «8», «9».

Аналогичные свойства, как показывает анализ результатов статистического моделирования, оказываются у распределения цифр, стоящих в предпоследней позиции целых случайных чисел – вероятность появления каждого из чисел «0», «1», ..., «9» оказывается равна 0.1. Следовательно, вероятность появления двух одинаковых цифр в последней и предпоследней позициях целого случайного числа равняется $0.1 \times 0.1 = 0.01$. В этой связи, факт отличия частот встречаемости одинаковых цифр в последнем и предпоследнем разрядах членов последовательности $V_i^{(r)}$ рассматривается ОЭС, как один из индикаторов фальсификации электоральных результатов.

Отметим, что описанный выше подход, может быть использован при возникновении подозрений о возможных фальсификациях электоральных данных для оценки объемов, внесенных в них изменений.

3. Анализ распределений цифр в значениях явки избирателей на УИК СО во время выборов Президента РФ в 2018 г.

В нашем исследовании в качестве анализируемого показателя электоральной статистики было выбрано отношение числа выборщиков, принявших участие в голосовании на данном избирательном участке, к общему числу зарегистрированных избирателей, вычисляемому в процентах:

$$V_i^{(r)} = \text{round} \left(\frac{B_i}{V_i} \cdot 10^4 \right),$$

где $\text{round}()$ – функция округления действительного числа до ближайшего целого. Выбор множителя 10^4 обеспечивает анализ распределения второй после запятой цифры в числе, равном отношению избирателей, принявших участие в голосовании, к количеству зарегистрированных избирателей, измеряемому в процентах. Данный показатель определяется активностью избирателей, на которую оказывают влияние большое число, в том числе, и случайных факторов, в то время как само число избирателей определяется большим числом «квазидетерминированных» процессов, например, экономическими и демографическими процессами.

Зависимость $V_i^{(r)}/100 = f(i)$, $i = \overline{1, 2580}$ – порядковый номер УИК, упорядоченных в алфавитном порядке и соответствующими образом пронумерованным, а также аппроксимация ее плотности распределения с помощью ядерной функции представлены на рисунке 5.

Из рисунка 5 видно, что последовательность $V_i^{(r)}/100$ представляет собой некоторую реализацию случайного процесса, область значений которого находится в интервале $[30, 100]\%$, среднее значение и диспер-

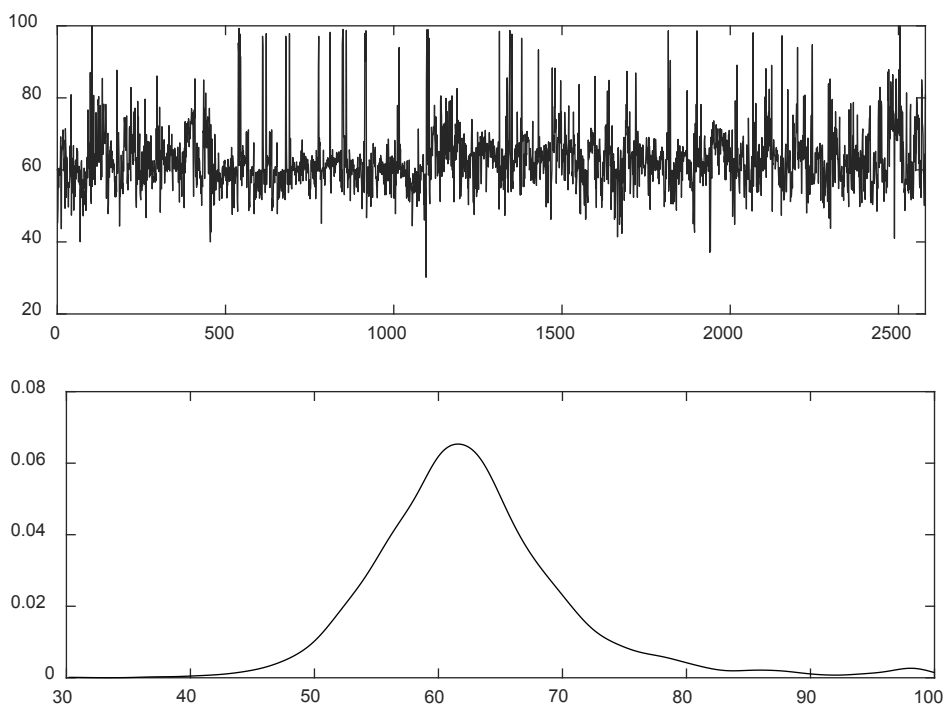


Рис. 5. Зависимость $V_i^{(r)}/100 = f(i)$, $i = \overline{1, 2580}$ (сверху) и ее ПР (снизу)

сия равняются 62.85%, 8.40%, соответственно. (Здесь высокий процент проголосовавших избирателей оказался на избирательных участках относительно небольшим числом зарегистрированных избирателей (не более 100), фальсификация электоральных данных на которых не имеет никакого смысла.)

Результаты подсчетов частот встречаемости последних цифр, выполненные по всем членам последовательности $V_i^{(r)}$, а также частот встречаемости одинаковых цифр в последней и предпоследней позиции членов последовательности $V_i^{(r)}$, представлены в таблице 3.

Таблица 3

Частоты встречаемости цифр «0»–«9» в последнем разряде членов случайной последовательности $V_i^{(r)}$

i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
μ_i	0.1105	0.1000	0.0930	0.0984	0.0953	0.0884	0.1016	0.1012	0.1023	0.1093

Значение статистики χ^2 , вычисленное в соответствие с (2), для данных, приведенных в таблице 3, оказывается равным $\chi^2 = 10.6589 < \chi^2_{0.95}(8)$. Уровень доверительной вероятности, соответствующего значению статистики χ^2 , оказывается равным 0.7782. Таким образом, следует есть все основания принять гипотезу о том, что последователь-

ность $\{\mu_i\}$ случайной выборкой дискретного случайного процесса с равномерной плотностью распределения, равной 0.1, область рассеяния которого – отрезок [0,9].

Результаты подсчетов частот встречаемости одинаковых цифр в последней и предпоследней позиции членов последовательности $V_i^{(r)}$ представлены в таблице 4.

Таблица 4

Частоты встречаемости парных цифр в последнем и предпоследнем разрядах членов случайной последовательности $V_i^{(r)}$

i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\mu_i^{(2)}$	0.0159	0.0112	0.0105	0.0097	0.0105	0.0101	0.0108	0.0066	0.0097	0.0093

Значение статистики χ^2 , вычисленное в соответствие с (2), для данных, приведенных в таблице 4, оказывается равным $\chi^2 = 12.8026 < \chi^2_{0.95}(8)$. Уровень доверительной вероятности, соответствующего значению статистики χ^2 , оказывается равным 0.8812. Таким образом, следует есть все основания принять гипотезу о том, что последовательность $\{\mu_i^{(2)}\}$ случайной выборкой дискретного случайного процесса с равномерной плотностью распределения, равной 0.1, область рассеяния которого – отрезок [0,9].

Описанные свойства распределения последних цифр последовательности $V_i^{(r)}$ свидетельствуют об отсутствии о фальсификации электоральных данных во время выбора Президента РФ, проведенных на территории СО в 2018 г.

Заключение

Проведен анализ электоральных данных, предоставленных УИК СО ЦИК РФ, размещенные на сайте ЦИК, цель которого состояла в проверке гипотезы об отсутствии фальсифи-

каций электоральных данных во время выбора Президента РФ в 2018 г. в СО с помощью метода Бебера и Скакко.

На примере анализа распределения цифр, стоящих в последнем разряде целых чисел, синтезированных с помощью метода Монте-Карло целых чисел, находящихся в диапазоне [11,3581], получены оценки чувствительности метода Бебера и Скакко, свидетельствующие о возможности выявления потенциальных фальсификаций электоральных данных в случаях, когда количество чисел, заканчивающихся цифрами «0» и «5» не менее, чем на 8% превышает аналогичную величину в случае их отсутствия.

Получены оценки равномерности плотности распределения второй после запятой цифры в электоральном показателе «отношения числа проголосовавших избирателей на данном избирательном участке к общему числу зарегистрированных избирателей», свидетельствующие об отсутствии фальсификаций электоральных данных на этих выборах.

Литература

1. Российская политическая криминология: Словарь/Под общей ред. П.А. Кабанова. –Нижекамск, 2003. С. 158.
 2. Антонов О.Ю. Теория и практика выявления и расследования электоральных преступлений. Дисс...докт. юр. наук. М., 2008. 500 с.
 3. Груздева А. П. Электоральная преступность: понятие и некоторые формы ее проявления в современной России// Вопросы национальной безопасности в исследованиях правоведов: Сборник научных трудов / Под ред. Г. Н. Горшенкова. –Сыктывкар, 2000. С. 95–102.
 4. Кабанов П. А., Райков Г. И., Свигузова А. П., Чирков Д. К. Электоральная преступность в условиях формирования в России демократического правового государства (политико-криминологический анализ явления, его причин и эффективности мер противодействия): Монография/ Под науч. ред. д-ра юрид. наук П. А. Кабанова. –М.: Издательская группа «Граница», 2012. 92 с.
 5. Кабанов П.А. Политическая криминология: основные этапы и некоторые перспективные направления её развития России // Вопросы национальной безопасности в исследованиях правоведов: Сборник научных трудов / Под ред. Г. Н. Горшенкова. –Сыктывкар, 2000. С. 93.
 6. Mebane: A Layman's Guide to Statistical Election Forensics [Электронный ресурс]// URL: <https://www.electionguide.org/digest/post/271/> (Дата обращения 19.02.2022).
 7. Шалаев Н.Е. Электоральные аномалии в постсоциалистическом пространстве: опыт статистического анализа. Дисс...канд. политических наук. –Санкт-Петербург, 2016. –191 с.
 8. Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».
 9. URL: <http://electoralpolitics.org/ru/> (дата обращения 19.02.2022).
 10. URL:<http://electoralpolitics.org/ru/articles/vozmozhnosti-matematicheskikh-metodov-povyavleniia-eklektoralnykh-falsifikatsii/> (дата обращения 19.02.2022).
 11. Подлазов А.В. Реконструкция фальсифицированных результатов выборов с помощью интегрального метода Шпилькина // Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности: труды 4-й Международной конференции (4–5 февраля 2021 г., Москва). –М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2021. С. 193–208// URL: <https://keldysh.ru/future/2021/18.pdf> (дата обращения 19.02.2022).
 12. Подлазов А.В. Формальные методы выявления масштабных электоральных фальсификаций на материале федеральных выборов 1999–2018 гг. / Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2019. № 2. 28 с. doi:10.20948/prepr-2019-2 URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2019-2> (дата обращения 19.02.2022).
 13. Шпилькин С. Поправки на 27 миллионов// URL: <https://trv-science.ru/2020/07/popravki-na-27-millionov/> (дата обращения 19.02.2022).
 14. Подлазов А.В. Исследование статистических методов выявления выдуманных результатов выборов: Часть 1. Круглые числа // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2019. № 147. 28 с. <http://doi.org/10.20948/prepr-2019-147> URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2019-147> (дата обращения 19.02.2022).
 15. Доклад Российского общественного института избирательного права (РОИИП) «Математические инструменты делегитимации выборов»//И.Б. Борисов, И.В. Задорин, А.В. Игнатов, В.Н. Марачевский, В.И. Федоров/ –М.: РОИИП, 2020. 76 с. URL: http://www.roiip.ru/images/data/gallery/0_299_Matematicheskie_instrumenti_delegitatsii_viborov.pdf (дата обращения 19.02.2022).
 16. URL: <https://www.electoral.graphics/ru-ru/> (дата обращения 20.02.2022).
 17. Шень А. Как доклад РОИИП делегитимирует выборы URL: <https://trv-science.ru/2020/09/kak-doklad-roiip-delegitimiruuet-vybory/> (дата обращения 19.02.2022).
 18. URL: http://www.vybory.izbirkom.ru/region/izbirkom?action=show&root=0&tvd=100100084849066&vrn=100100084849062&prver=0&pronetvd=null®ion=0&sub_region=0&type=0&report_mode=null (дата обращения 19.02.2022).
- Мирвода С.Г., Поршнев С.В., Рябко Н.Ю. Автоматизация процедуры доступа к электоральным данным, размещенным на сайте Центральной избирательной комиссии// Вестник УрФО. Безопасность информационного пространства, 2022. Вып. 1 (43)/2022. 28–34 с. DOI: 10.14529/secr220104
19. Баскакова Ю.М. Экзит-полл и его задачи // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2011. № 4. С. 37–41.
 20. Ротманд Д.Г., Правдивец В.В., Белов А.А. Электоральные социологические исследования: организация опросов в день выборов (экзит-полл)// Социология, 2015. № 3. С. 122–132.

21. Beber, B., Scacco, A., (2012) What the Number Say: A Digit-Based Test for Election Fraud, Political Analysis, , vol. 20, pp. 211–234.

22. Benford, F. (1938) The Law of Anomalous Numbers. Proceedings of the American Philosophical Society, vol. 78, pp. 551–572.

References

1. Rossiyskaya politicheskaya kriminologiya: Slovar'/Pod obshchey red. P.A. Kabanova. –Nizhnekamsk, 2003. S. 158.

2. Antonov O.YU. Teoriya i praktika vyyavleniya i rassledovaniya elektoral'nykh prestupleniy. Diss.... dokt. jur. nauk. M., 2008. 500 s.

3. Gruzdeva A. P. Elektoral'naya prestupnost': ponyatiye i nekotoryye formy yeye proyavleniya v sovremennoy Rossii// Voprosy natsional'noy bezopasnosti v issledovaniyakh pravovedov: Sbornik nauchnykh trudov / Pod red. G. N. Gorshenkova. –Syktyvkar, 2000. S. 95–102.

4. Kabanov P. A., Raykov G. I., Sviguzova A. P., Chirkov D. K. Elektoral'naya prestupnost' v usloviyakh formirovaniya v Rossii demokraticeskogo pravovogo gosudarstva (politiko-kriminologicheskii analiz yavleniya, yego prichin i effektivnosti mer protivodeystviya): Monografiya/ Pod nauch. red. d-ra jurid. nauk P. A. Kabanova. –M.: Izdatel'skaya gruppa «Granitsa», 2012. 92 s.

5. Kabanov P.A. Politicheskaya kriminologiya: osnovnyye etapy i nekotoryye perspektivnyye napravleniya yeye razvitiya Rossii // Voprosy natsional'noy bezopasnosti v issledovaniyakh pravovedov: Sbornik nauchnykh trudov / Pod red. G. N. Gorshenkova. –Syktyvkar, 2000. S. 93.

6. Mebane: A Layman's Guide to Statistical Election Forensics [Elektronnyy resurs]// URL: <https://www.electionguide.org/digest/post/271/> (Data obrashcheniya 19.02.2022).

7. Shalayev N.Ye. Elektoral'nyye anomalii v postsotsialisticheskom prostranstve: opyt statisticheskogo analiza. Diss...kand. politicheskikh nauk. –Sankt-Peterburg, 2016. –191 s.

8. Federal'nyy zakon ot 27.07.2006 № 149-FZ (red. ot 02.07.2021) «Ob informatsii, informatsionnykh tekhnologiyakh i o zashchite informatsii».

9. URL: <http://electoralpolitics.org/ru/> (data obrashcheniya 19.02.2022).

10. URL: <http://electoralpolitics.org/ru/articles/vozmozhnosti-matematicheskikh-metodov-po-vyavleniiu-elektoralnykh-falsifikatsii/> (data obrashcheniya 19.02.2022).

11. Podlazov A.V. Rekonstruktsiya fal'sifitsirovannykh rezul'tatov vyborov s pomoshch'yu integral'nogo metoda Shpil'kina // Proyektirovaniye budushchego. Problemy tsifrovoy real'nosti: trudy 4-y Mezhdunarodnoy konferentsii (4–5 fevralya 2021 g., Moskva). –M.: IPM im. M.V. Keldysha, 2021. S. 193–208 // URL: <https://keldysh.ru/future/2021/18.pdf> (data obrashcheniya 19.02.2022).

12. Podlazov A.V. Formal'nyye metody vyyavleniya masshtabnykh elektoral'nykh fal'sifikatsiy na materiale federal'nykh vyborov 1999-2018 gg. / Preprinty IPM im. M.V. Keldysha. 2019. № 2. 28 s. doi:10.20948/prepr-2019-2 URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2019-2> (data obrashcheniya 19.02.2022).

13. Shpil'kin S. Popravki na 27 millionov// URL: <https://trv-science.ru/2020/07/popravki-na-27-millionov/> (data obrashcheniya 19.02.2022).

14. Podlazov A.V. Issledovaniye statisticheskikh metodov vyyavleniya vyдумannykh rezul'tatov vyborov: Chast' 1. Kruglyye chisla // Preprinty IPM im. M.V.Keldysha. 2019. № 147. 28 s. <http://doi.org/10.20948/prepr-2019-147> URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2019-147> (data obrashcheniya 19.02.2022)

15. Doklad Rossiyskogo obshchestvennogo instituta izbiratel'nogo prava (ROIIP) «Matematicheskiye instrumenty deligitimatsii vyborov»//I.B. Borisov, I.V. Zadorin, A.V. Ignatov, V.N. Marachevskiy, V.I. Fedorov/ –M.: ROIIP, 2020. 76 s. URL: http://www.roiip.ru/images/data/gallery/0_299_Matematicheskie_instrumenti_delegitimatsii_viborov.pdf (data obrashcheniya 19.02.2022).

16. URL: <https://www.electoral.graphics/ru-ru/> (data obrashcheniya 20.02.2022) 17. Shen' A. Kak doklad ROIIP delegitimiruyet vybory URL: <https://trv-science.ru/2020/09/kak-doklad-roiiip-delegitimiruyet-vybory/> (data obrashcheniya 19.02.2022).

18. URL: http://www.vybory.izbirkom.ru/region/izbirkom?action=show&root=0&tvd=100100084849066&vrn=100100084849062&prver=0&pronetvd=null®ion=0&sub_region=0&type=0&report_mode=null (data obrashcheniya 19.02.2022).

19. Mirvoda S.G., Porshnev S.V., Ryabko N.YU. Avtomatizatsiya protsedury dostupa k elektoral'nym dannym, razmeshchennym na sayte Tsentral'noy izbiratel'noy komissii/ Vestnik UrFO. Bezopasnost' informatsionnogo prostranstva, 2022. Vyp. 1 (43)/2022. 28-34 s. DOI: 10.14529/secur220104

20. Baskakova YU.M. Ekzit-poll i yego zadachi // Monitoring obshchestvennogo mneniya: ekonomicheskiye i sotsial'nyye peremeny. 2011. № 4. S. 37–41.

21. Rotmand D.G., Pravdivets V.V., Belov A.A. Elektoral'nyye sotsiologicheskiye issledovaniya: organizatsiya oprosov v den' vyborov (ekzit-poll)// Sotsiologiya, 2015. № 3. S. 122–132.

22. Beber, B., Scacco, A., (2012) What the Number Say: A Digit-Based Test for Election Fraud, Political Analysis, , vol. 20, pp. 211–234.

23. Benford, F. (1938) The Law of Anomalous Numbers. Proceedings of the American Philosophical Society, vol. 78, pp. 551–572.

ПОРШНЕВ Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор, директор Учебно-научного центра «Информационная безопасность» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 32, E-mail: s.v.porshnev@urfu.ru

РЯБКО Николай Юрьевич, аспирант федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 32, E-mail: N.Yu.Ryabko@urfu.ru

PORSHNEV Sergey Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Educational and Scientific Center «Information Security» of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin», 620002, Yekaterinburg, st. Mira, 32, E-mail: s.v.porshnev@urfu.ru

RYABKO Nikolay Yurievich, post-graduate student of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin”, 620002, Yekaterinburg, st. Mira, 32, E-mail: N.Yu.Ryabko@urfu.ru