

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭЛЕКТОРАЛЬНОЙ КРИМИНАЛИСТИКИ

Анализ современной истории проведения выборов показывает, что в целом ряде случаев, несогласие с результатами проведенных выборов становилось поводом к проведению массовых публичных протестов (например, в Армении (2008 г.), Белоруссии (2020 г.), Грузии и Киргизия (2018 г.), Российской Федерации (РФ) (2011–2012 гг.), Украине (2014 г.) и др.). При этом в большинстве случаев основной причиной несогласия с их результатами проигравшие участники, а также их сторонники (политики и политологи), они называют многочисленные, по их мнению, нарушения свободного волеизъявления избирателей совершенные официальными лицами, ответственными за проведение выборов, в том числе, преднамеренно внесенные аномалии в электоральные данные (ЭД) на этапе подсчета голосов избирателей (фальсификация электоральных данных).

В связи с тем, что при фальсификации ЭД оказываются измененными как, собственно, их статистические характеристики, так и вычисляемых на их основе электоральные показатели (ЭП), была выдвинута гипотеза о том, что, потенциально, преднамеренно внесенные в результаты голосования изменения можно обнаружить с помощью соответствующих математических методов, совокупность которых получила название методов электоральной криминалистики (ЭК), в том числе:

- методов ЭК, основанных на анализе плотностей распределений (ПР) и функций распределений (ФР) цифр и пар одинаковых цифр в значениях относительной явки избирателей на выборы и доли избирателей, проголосовавших за данного кандидата;

- метод, предложенный А. Собяниным и В. Суховольским;

- метод С. Шпилькина¹, основанный на постулате, что число голосов избирателей, полученных данным участником выборов, не зависит от отношения числа проголосовавших избирателей к числу зарегистрированных избирателей (явки избирателей на выборы);

- метод, предложенный А. Подлазовым, в котором для каждого участника выборов проводится анализ зависимости «число голосов избирателей, проголосовавших за победителя выборов, от числа голосов проголосовавших за остальных кандидатов», принимавших участие в выборах, отличие которой от линейной трактуется как индикатор преднамеренно внесенных аномалий в ЭД.

Однако строгих математических доказательств адекватности методов ЭК, требующих использования ЭД, собранных в ходе проведения выборов, признанных всеми их участниками абсолютно честными, справедливости данной гипотезы на сегодняшний день не представлено. В этой связи было проведено независимое исследование данных методов.

Статья состоит из двух частей: в первой части статьи описаны наиболее популярные в настоящее время методы ЭК, а также проведен критический анализ мето-

¹ С. А. Шпилькин 10.02.2023 включен Министерством юстиции Российской Федерации в реестр иностранных агентов в соответствии со статьей 7 Федерального закона от 14.07.2022 № 255-ФЗ «О контроле за деятельностью лиц, находящихся под иностранным влиянием»

да, предложенного А. Собяниным и В. Суховольским. Результаты применения методов ЭК для анализа синтезированных, заведомо нефальсифицированных ЭД и оценке адекватности полученных с их помощью результатов обсуждаются во второй части статьи, публикуемой далее.

Ключевые слова: электоральная криминалистика, электоральные данные, электоральные показатели, фальсификация электоральных данных, избирательная комиссия, выборы, случайная величина с ограниченной областью рассеяния, случайные блуждания, плотность распределения, функция распределения

Porshnev S. V., Ryabko N. Yu.

THE ELECTORAL FORENSICS METHODS RESEARCH

The modern history of elections to government bodies of various levels and local self-government, held both in the Russian Federation and abroad analysis shows that in a number of cases, disagreement with the elections results became the reason for mass public protests (for example, in Armenia (2008), Belarus (2020 Georgia and Kyrgyzstan (2018), the Russian Federation (2011–2012), Ukraine (2014), etc.). However, in most cases, the main reason for disagreement with the election results was the participants who lost the elections, as well as their supporters (politicians and political scientists), who claimed to have committed numerous violations of the free will of voters by officials responsible for the conduct of the elections. Traditionally, the lost the election participants consider intentionally introduced anomalies in the electoral data at the stage of vote counting (falsification of electoral data) to be the main reason for their defeat. Due to the fact that when electoral data is falsified, certain statistical characteristics of electoral data, as well as electoral indicators calculated on their basis, are changed, it was hypothesized that, potentially, they can be detected using appropriate mathematical methods called electoral forensics (EF) methods. However, no rigorous mathematical proofs of this hypothesis validity have been presented to date.

The conducted research used synthesized deliberately unfalsified electoral data. Well-known EF methods (EF methods that based on analysis the functions distributions and the densities distributions of digits and pairs of identical digits in the values of relative voter turnout and the proportion of voters who voted for a given candidate; the method proposed by A. Sobyenin and V. Sukhovolsky; S. Shpilkin's² method that based on the postulate that in the fraud absence, the given election participant result does not depend on voter turnout; the proposed A. Podlazov method in which analyzes the dependences of the votes cast for the winner and of the dependence of the election number the votes cast for other election participants on the turnout, which, according to the method author, in the absence of fraud will be linear, in the fraud presence – different from linear) were applied to the synthesized electoral data and then the adequacy of the results was assessed.

To prove the EF methods adequacy, electoral data collected during "absolutely fair" elections is needed. However, such data does not exist today. In this regard, an independent study of these methods was conducted, which used the analytical method and synthesized data.

² S. A. Shpilkin was included in the Register of Foreign Agents by the Ministry of Justice of the Russian Federation on 10.02.2023 in accordance with Article 7 of Federal Law No. 255-FZ dated 14.07.2022 «On Control over the Activities of Persons under Foreign Influence».

The article consists of two parts: the first part of the article describes the currently most popular methods of electoral criminology, as well as a critical analysis of the A. Sobyenin and V. Sukhovolsky method. The results of applying the EF methods to analyze synthesized, deliberately unfalsified electoral data and assess the adequacy of the results obtained with their help are discussed in the second part of the article published below.

Keywords: electoral forensics, electoral data, electoral indicators, falsification of electoral data, election commission, elections, random variable with a limited scattering area, random walks, distribution density, distribution function

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития общественных отношений выборы в органы государственной власти и местного самоуправления, призванные обеспечить легитимное делегирование избирателями властных полномочий их представителям, является одним из основополагающих условий существования и развития демократического правового государства.

В демократических обществах выборы считаются способом мирного и легального урегулирования противоречий и конфликтов между участниками политического процесса. Однако анализ опыта проведения избирательных кампаний в различных странах (США, Молдова, Румыния и др.), показывает, что сами выборы и их результаты во многих случаях оказывались причиной конфликтов, напротив, активизируя противоборство политических сил. Это подтверждает, в том числе, история проведения выборов в РФ и странах постсоветского пространства в конце XX – начале XXI вв., в которых проигравшие кандидаты/партии и их сторонники ставили под сомнение честность проведения выборов, фактически, любого уровня, а также оспаривали результаты голосования, обвиняя сотрудников государственных органов и членов Центральной избирательной комиссии (ЦИК) РФ, избирательных комиссий субъектов РФ и территорий, находящихся за пределами РФ, (ИК), территориальных избирательных комиссий (ТИК), а также участковых избирательных комиссий (УИК), в фальсификации выборов. В данном случае под термином «фальсификация» понимается преднамеренно внесенные искажения в ЭД. Одним из наиболее распространенных видов фальсификаций, состоит, по мнению ЭК, в увеличении на ΔN^V официально публикуемого числа проголосовавших избирателей $N_{official}^V = N_{real}^V + \Delta N_{real}^V$, N_{real}^V – число избирателей, действительно, принявших участие в выборах, которые, в первую очередь, передаются заранее определенному победителю выборов ($[N_{official}^V]^1 = [N_{real}^V]^1 + \Delta N^V$).

При этом наличие законодательства, регулирующего избирательный процесс, а также комплекса мер, реализуемых организаторами выборов для обеспечения их прозрачности и легитимности, по мнению экспертов, поддерживающих проигравших кандидатов/партии, в отнюдь не гарантируют отсутствия масштабных фальсификаций ЭД в пользу победителя выборов, выявить которые, по их мнению, можно с помощью соответствующих математических методов, которые получили название «методы электоральной криминалистики» (методы ЭК).

По классификации, предложенной Н. Шалаевым [1], методы ЭК могут быть объединены в следующие группы:

1) методы, основанные на анализе функций распределений (ФР) и плотностей распределений (ПР) цифр, находящихся в выбранных разрядах электоральных показателей (например,

$$[\alpha_{Level_k}^{\%}]_j = \frac{[N_{Level_k}^V]_j}{[N_{Level_k}^{ER}]_j} \cdot 100\%, \quad k = \overline{1, K}, K -$$

количество уровней избирательной системы³, $[N_{Level_k}^{ER}]_j$ – число избирателей, зарегистрированных в j -ой избирательной комиссии $Level_k$ -го; $[N_{Level_k}^V]_j$ – число избирателей,

принявших участие в выборах в j -ой избирательной комиссии $Level_k$ -го уровня;

$$[\gamma_{Level_k}^{\%}]_j^{(i)} = \frac{[N_{Level_k}^V]_j^{(i)}}{[N_{Level_k}^V]_j} \cdot 100\%, \quad [N_{Level_k}^V]_j^{(i)} -$$

число избирателей, проголосовавших в j -ой избирательной комиссии $Level_k$ -го за i -го кандидата);

³ Выделение уровней избирательных комиссий, участвующих в проведении выборов в органы государственной власти и местного самоуправления, обусловлено иерархической структурой организации систем избирательных комиссий, как в РФ, так и других странах, например, в РФ $K = 4$.

2) методы, основанные на анализе функций, описывающих зависимости между выбранными электоральными показателями

(например, функции $\left[\gamma_{Level_k}^{\%} \right]_j^{(i)} = f\left(\left[\alpha_{Level_k}^{\%} \right]_j \right)$).

К первой группе № 1 методов относятся.

1) Метод проверки соответствия ПР выборов, составленных из первых цифр ЭД, закону Бенфорда [2].

2) Метод анализа ПР выборов, составленных из цифр, находящихся во втором после десятичной запятой значащем разряде анализируемого набора чисел [3–6].

3) Методы, основанные на аксиоме, утверждающей, что при отсутствии фальсификаций ЭД появление цифр 0,1,...,9 в последнем разряде числа равновероятно (эквивалентно, случайная последовательность, составленная из цифр, находящихся в последнем разряде ЭД, имеет равномерную ПР), а при наличии преднамеренно внесенных фальсификаций в ЭД ПР отличается от равномерного закона (поскольку при внесении придуманных результатов голосования в ито-

говых протоколах, по мнению авторов данных методов, преобладают «психологически привлекательные» цифры (для целых чисел в последнем разряде – цифры 0 и 5, для процентных чисел – значения, у которых присутствует только одна цифра после запятой)) [7].

4) Метод, основанный на изучении встречаемости в наборах процентных чисел парных цифр в младших разрядах (например, 11, 22 и т.д.), которая (как постулировано, но не доказано), при отсутствии фальсификаций должна быть одинаковой для всех пар цифр [8].

5) Метод, основанный на законе Стиглера, описывающем распределение цифр в первом разряде набора чисел [9].

Данная группа методов была использована экспертами при анализе выборов в странах Европы, Северной, Южной Америки (см., например, [10–12]). Также отметим, что различные модификации методов, относящихся к данной группе, использовались У. Мебейном У. и К. Калининым [13], а также А.В. Подлазовым для анализа результатов российских выборов (см., например, [14,15]).

В Российской Федерации также получила распространение вторая группа методов, к которой относятся.

1) Метод, предложенный А. Собяниным и В. Суховольским [16], суть которого состоит в проверке гипотезы о наличии (отсутствии) детерминированной связи между ЭП

$$\left[\alpha_{Level} \right]_j^{(i)} = \left[N_{Level}^V \right]_j^{(i)} / \left[N_{Level_k}^V \right]_j, \left[\alpha_{Level_k}^{\%} \right]_j^{(i)} = \left[\alpha_{Level_k} \right]_j^{(i)} \cdot 100\%,$$

где $Level_k$ – уровень избирательной комиссии. (Наличие детерминированной связи между этими ЭП, по мнению авторов, метода является маркером фальсификации ЭД, отсутствие детерминированной связи, наоборот, индикатором, свидетельствующем об отсутствии преднамеренно внесенных изменений в ЭД).

2) Метод С. Шпилькина, основанный на постулате о том, что при отсутствии фальсификаций ЭД число избирателей, проголосовавших за i -го кандидата $\left[N_{Level_k}^V \right]_j^{(i)}$ в j -ой избирательной

комиссии $Level_k$ -го уровня, не должно зависеть от $\left[\alpha_{Level_k} \right]_j = \frac{\left[N_{Level_k}^V \right]_j}{\left[N_{Level_k}^{ER} \right]_j}$ явки избирателей и,

более того, ПР случайных последовательностей, составленных из числа голосов избирателей проголосовавших за различных кандидатов в избирательных комиссиях выбранного уровня, с точностью до масштабирующего коэффициента должны быть подобными друг другу, и наоборот, при наличии фальсификаций обсуждаемое подобие ПР должно отсутствовать в ЭД, представленных избирательными комиссиями выбранного уровня, на которых явкой избирателей на выборы была высокой. (см., например, [17–21]).

3) Метод А. Подлазова [22], основанный на постулате о том, что при отсутствии преднамеренных фальсификаций ЭД, представленных избирательными комиссиями $Level_k$ - го уровня, зависимость:

$$\left[N_{Level_k}^V \right]^{(i)} = \sum_{j=1}^{n_{Level}} \left[N_{Level_k}^V \right]_j^{(i)} = f \left(\sum_{i=2}^m \left[N_{Level_k}^V \right]^{(i)} \right) = f \left(\sum_{j=1}^{n_{Level}} \sum_{i=2}^m \left[N_{Level_k}^V \right]_j^{(i)} \right),$$

где n_{Level_k} – число избирательных комиссий уровня $Level$, является линейной:

$$\begin{aligned} \left[N_{Level_k}^V \right]^{(i)} &= \sum_{j=1}^{n_{Level}} \left[N_{Level_k}^V \right]_j^{(i)} = a_{Level_k}^{(i)} \left(\sum_{i=2}^m \left[N_{Level_k}^V \right]^{(i)} \right) + b_{Level_k}^{(i)} = \\ &= a_{Level_k}^{(i)} \left(\sum_{j=1}^{n_{Level}} \sum_{i=2}^m \left[N_{Level_k}^V \right]_j^{(i)} \right) + b_{Level_k}^{(i)}, \end{aligned}$$

при наличии целенаправленно внесенных изменений, напротив, нелинейной.

Следует отметить, что в обеих группах методов выявление фальсификаций основано на сравнении результатов анализа реальных ЭД с соответствующими оценками статистических характеристик ЭД, полученных в ходе «идеальных» выборов, которые постулированы, но не доказаны их авторам. Данная ситуация обусловлена тем, для оценки адекватности представлений, на которых основаны методы ЭК, необходимо использовать и ЭД, опубликованные после проведения «абсолютно честных» выборов, однако, при этом сначала требуется доказать, что выборы, действительно, были проведены «абсолютно честно».

В этой связи оказывается актуальным анализ математического базиса обсуждаемых методов ЭК, а также результатов их применения для обработки массивов синтезированных, а потому заведомо несфальсифицированных, ЭД.

Статья состоит из пяти разделов и заключения. В первом разделе рассматриваются и анализируются наиболее распространенные методы ЭК. Во втором разделе проводится критический анализ метода С-С. В третьем разделе представлен алгоритм генерации модельных ЭД, подобных реальным ЭД, и результаты анализа их статистических свойств. В четвертом разделе описана математическая модель плотности распределения (ПР) и функции распределения (ФР) ЭД и ЭП. В пятом разделе обсуждаются результаты анализа для модельных ЭД с помощью методов ЭК.

1. МЕТОДЫ ЭЛЕКТОРАЛЬНОЙ КРИМИНАЛИСТИКИ

1.1. МЕТОД ПРОВЕРКИ СООТВЕТСТВИЯ ПЛОТНОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ВЫБОРОК, СОСТАВЛЕННЫХ ИЗ ПЕРВЫХ ЦИФР ЭЛЕКТОРАЛЬНЫХ ДАННЫХ, ЗАКОНУ БЕНФОРДА

Впервые опыт применения обсуждаемого далее метода с целью выявления возможных фальсификаций ЭД был описан в [2]. Напомним, что в соответствии с законом Бенфорда вероятность появления цифры d в первом разряде (для краткости d_1) наборов значений измеренных количественных характеристик некоторых реальных процессов $p(d_1)$ вычисляется по известной формуле [2]:

$$p(d_1) = \log_N (1 + 1/d_1)$$

где N – основание системы счисления (например, последовательность степеней натурального числа 2, экспоненциальные последовательности, факториалы и т.п.).

Отметим, что справедливость закона Бенфорда постулируется, но не доказывается для закона распределения второй значащей цифры выбранного электорального показателя. В этой связи, с научной точки зрения закон Бенфорда является не универсальной, но некоторой феноменологической закономерностью (правилом), выполняющейся для некоторого конечного числа наборов количе-

ственных показателей. Однако на сегодняшний день правомерность отнесения ЭД к наборам данных, распределение цифр в которых описывается законом Бенфорда, остается недоказанной. Более того, известны публикации, авторы которых утверждают, что ПР случайных выборок, составленных из первых и вторых цифр ЭД, опубликованных по результатам абсолютно честных выборов, отнюдь, не обязаны соответствовать закону Бенфорда [4]. Данный вывод, косвенно, подтверждается результатами, опубликованными в [5,6]. Здесь авторы применили обсуждаемый метод для анализа ЭД, которые по косвенным признакам были разделены на два класса: фальсифицированные (класс № 1) и нефальсифицированные (класс № 2) ЭД. Результаты анализа показали, что данный метод, в ряде случаев, не смог обнаружить признака фальсификации в данных класса № 1 (ошибка первого рода), а также обнаружил фальсификации в электоральных данных, отнесенных к классу № 2 (ошибка второго рода).

Также известны методы выявления электоральных аномалий, основанные на анализе распределений последних цифр в значениях выбранных показателей электорального поведения, округленных с точностью до заданного числа цифр после запятой, в основу которых не строго доказанная лемма и/или теорема, но аксиома, в соответствие с которой, априори, принимается, что при отсутствии фальсификаций появление цифр 0,1,..., 9 в последнем разряде целочисленного ЭП равновероятно, а при наличии фальсификаций закон распределения данных цифр будет отличаться от равномерного закона. Логика подобных методов основывается на априорном предположении, что при внесении придуманных результатов голосования в протоколы подсчета голосов преобладают психологически привлекательные, для вносящего изменения в ЭД, цифры «0» и «5» [7], которые и указываются в целочисленных ЭП, а также в первом после десятичной запятой разряде ЭП, измеряемых в процентах. Аналогичный подход использовался в [8] для анализа встречаемости парных цифр в младших разрядах в целочисленных ЭП (метод Бебера и Скакко).

К данной группе методов также относятся методы, основанные на проверке гипотезы о соответствии ФР случайных последовательностей, составленных из цифр, находящихся в выбранных разрядах в ЭД, закону

Стиглера [9], в соответствие с которым вероятность обнаружить одну из цифр из диапазона в первом разряде ЭД P_1^d вычисляется по формуле:

$$P_1^d = \frac{d \ln(d) - (d+1) \ln(d+1) + \left(1 + \frac{10}{9} \ln(10)\right)}{9}.$$

Модификация метода, основанного на использовании закона Стиглера, была предложена Л. Лееманом и Д. Бохлером в [23], заметивших, что в проанализированных ими наборах целых чисел с одинаковым числом разрядов частота встречаемости данной цифры оказалась зависящей от числа разрядов (длины числа). В этой связи они предложили вычислять вероятность появления данной цифры в наборе чисел, имеющих разной длину, с учетом длины каждого из чисел набора. Модифицированный метод вычисления вероятности появления данной цифры в последнем разряде чисел используемого набора чисел $\{N_i\}, i=1, I$ реализуется выполнением следующей последовательности действий.

1. Определение длины каждого из чисел используемого набора чисел $\{L_i\} = \{\text{len}(N_i)\}, i=1, I$, $\text{len}(\)$ – функция, возвращающая длину числа.

2. Извлечение из набора длин чисел $\{L_i\}$ набора, содержащего уникальные (без дубликатов) значения длин чисел, $\{L_k\}, k=1, K$.

3. Подсчет вероятности встречаемости цифры d в последнем разряде чисел длиной $\{L_k\}, k=1, K$ P_k .

4. Вычисление вероятности появления в последнем разряде цифры d по формуле:

$$P_d = \frac{1}{I} \sum_{k=1}^K L_k P_k.$$

Л. Перикки и Д. Торрес заметили, что эмпирические ФР случайных последовательностей, составленных из цифр, находящихся в первом разряде целочисленных ЭД, отличаются от ФР, предсказываемых законом Бенфорда [24]. Обнаруженное отличие они объяснили тем, что ЭД представляют собой целочисленные случайные последовательности, области значений членов которых являются ограниченными (например, число избирателей, зарегистрированных в j -ой избирательной комиссии уровня $Level$

$$\left[N_{Level}^{ER} \right]_j \in \left[\min \left(\left[N_{Level}^{ER} \right]_j \right), \max \left(\left[N_{Level}^{ER} \right]_j \right) \right];$$

число избирателей, принявших участие в вы-

борах в j -ой избирательной комиссии уровня Level –

$$\left[N_{Level}^V \right]_j \in \left[\min \left(\left[N_{Level}^V \right]_j \right), \max \left(\left[N_{Level}^V \right]_j \right) \right]$$

и т.д.). Для учета обнаруженных отличий от закона Бенфорда они использовать для расчета вероятности появления цифры d в i -ом разряде (далее для краткости d_i) целого числа $N \leq K$ $P_i(d|N \leq K)$ следующую формулу:

$$P_i(d|N \leq K) = \frac{P_i^B(d) \# \{d_i \leq K\}}{\sum_{\forall d} [P_i^B(d) \# \{d_i \leq K\}]},$$

где $P_i^B(d)$ – вероятность обнаружения в соответствие с законом Бенфорда в i -ом разряде числа N цифры d ; $\# \{d_i \leq K\}$ – число чисел $d_i \leq K$, а сумма $\sum_{\forall d_i} [P_i^B(d) \# \{d_i \leq K\}]$ вычисляется для всех d_i .

Отметим, что в предложенном Л. Перикки и Д. Торресом способе вычисления $P_i(d|N \leq K)$, принято во внимание только ограничение значений целочисленных ЭД справа. Для учета ограничений области значений ЭД с обеих сторон в [1], используя подход Л. Леemannоса и Д. Бохлером [15], были предложены и апробированы следующие модификации метода Перикки-Торреса.

Модификация № 1, реализующаяся выполнением следующей последовательности действий.

1) Кластеризация избирательных участков на уровне $Level_k$ по степени близости значений показателей $\left[N_{Level_k}^{ER} \right]_j$, $\left[N_{Level_k}^V \right]_j$ – формирование кластеров

$$\left[Name_{Level_k} \right]_m = \left\{ \left[Name_{Level_k} \right]_{1,m}, \left[Name_{Level_k} \right]_m, \dots, \left[Name_{Level_k} \right]_m \right\},$$

$m = \overline{1, M}$, M – число выделенных кластеров, $\left[Name_{Level_k} \right]_m$ – множество, составленное из названий избирательных комиссий $Level_k$ -го уровня, отнесенных к m -му кластеру.

2) Вычисление в соответствие с методом Перикки-Торреса $P_{\left[Name_{Level_k} \right]_m}(d_i)$ для ЭД, представленных избирательными комиссиями $Level_k$ -го уровня, отнесенных к m -ому кластеру.

3) Вычисление $P(d_i)$, как взвешенной суммы $P_{\left[Name_{Level_k} \right]_m}(d_i)$:

$$P(d_i) = \frac{1}{N} \sum_{m=1}^M P_{\left[Name_{Level_k} \right]_m}(d_i) \left[\left[Name_{Level_k} \right]_m \right],$$

где $\left[\left[Name_{Level_k} \right]_m \right]$ – число избирательных комиссий выбранного уровня, отнесенных к m -му кластеру.

Модификация № 2, основанная на аналитическом вычислении вероятности для каждого встречающегося значения списочного числа избирателей. При этом в обоих способах установлен порог отсеечения избирательных участков с малым числом избирателей. В результате используются только те группы (кластеры), которые кластеры объясняют не менее 90% дисперсии значений электоральных показателей. Выбор данного значения критерия для отбора избирательных участков, используемых в дальнейшем анализе, обусловлен тем, что начиная с данного уровня прирост объяснённой дисперсии резко замедляется. При этом порог в 95% объяснённой дисперсии достигается только существенным (~ удвоением относительно 90% уровня) увеличением числа кластеров.

1.2. МЕТОДЫ, ОСНОВАННЫЕ НА АНАЛИЗЕ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ КОЛИЧЕСТВЕННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЭЛЕКТОРАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Начало разработки данной группы методов было положено А. Собяниным и В. Суховольским [16]. Методы, относящиеся к данной группе, основаны на постулате о том, в случае «абсолютно честных» выборов ЭП

$\left[\gamma_{Level_k}^{\%} \right]_j^{(i)}$, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$, не зависит от значения ЭП $\left[\alpha_{Level_k}^{\%} \right]_j$. Это означает, что значения

ЭП $\left[\gamma_{Level_k}^{\%} \right]_j^{(i)}$ должны быть примерно одинаковыми в каждой j -ой избирательной комиссии каждого из уровней $Level$ независимо от ЭП

$\left[\alpha_{Level_k}^{\%} \right]_j$ а также ЭП $\left[\alpha_{Level_k}^{\%} \right]_j$.

Для проверки гипотезу о наличии/отсутствии детерминированной связи между ЭП

$\left[\alpha_{Level_k}^{\%} \right]_j$ и ЭП $\left[\gamma_{Level_k}^{\%} \right]_j^{(i)}$ с помощью метода

наименьших квадратов вычислялись оценки значений коэффициенты линейной регрессии:

$$\left[\gamma_{Level_k}^{\%} \right]_j^{(i)} = a_{Level_k}^{(i)} \left[\alpha_{Level_k}^{\%} \right]_j + b_{Level_k}^{(i)}$$

и далее проверяется гипотеза о статистически значимом отличии коэффициентов линейной регрессии $a_{Level_k}^{(i)}$ от нуля. Факт принятия данной статистической гипотезы $\left[\alpha_{Level_k}^{\%}\right]_j$

интерпретируется как подтверждение целенаправленного внесения аномалий в ЭД

$\left[N_{Level_k}^{ER}\right]_j$, $\left[N_{Level_k}^V\right]_j$, и $\left[N_{Level_k}^V\right]_j^{(j)}$, использованные для расчета ЭП $\left[\alpha_{Level_k}^{\%}\right]_j$, $\left[\gamma_{Level_k}^{\%}\right]_j^{(i)}$.

Для наглядной иллюстрации полученных подтверждений внесения целенаправленных изменений в ЭД визуализируют точки

с координатами $\left(\left[\alpha_{Level_k}^{\%}\right]_j, \left[\gamma_{Level_k}^{\%}\right]_j^{(i=1)}\right)$ и $\left(\left[\alpha_{Level_k}^{\%}\right]_j, \left[\gamma_{Level_k}^{\%}\right]_j^{(i=2)}\right)$ (здесь значение индекса i соответствует месту занятому кандидатом по результатам выборов), а также соответствующие линейные регрессии, которые при отсутствии фальсификаций ЭД должны быть параллельными оси абсцисс. Критика метода С-С приведена в разделе 2.

Метод Шпилькина – еще один известный метод выявления целенаправленно внесенных аномалий в ЭД основан на гипотезе об отсутствии детерминированной связи между ЭП $\left[\gamma_{Level_k}^{\%}\right]_j^{(i)}$ и ЭП $\left[\alpha_{Level_k}^{\%}\right]_j$ явкой избирателей

на выборы (см. [17–21]), традиционно, не доказанной математически. В этой связи эмпирические

ПР $P_{Level}^{(i)}\left(\left[\gamma_{Level_k}^{\%}\right]_j^{(i)}\right)$ и ФР $F_{Level}^{(i)}\left(\left[\gamma_{Level_k}^{\%}\right]_j^{(i)}\right)$, j – число избирательных ко-

миссий уровня $Level$, $i = \overline{1, m}$, m – число кандидатов, принявших участие в выборах, с точностью до масштабирующего коэффициента должны быть подобными друг другу:

$P_{Level}^{(1)}\left(\left[\gamma_{Level_k}^{\%}\right]_j^{(1)}\right) \square P_{Level}^{(2)}\left(\left[\gamma_{Level_k}^{\%}\right]_j^{(2)}\right) \square \dots \square P_{Level}^{(m)}\left(\left[\gamma_{Level_k}^{\%}\right]_j^{(m)}\right)$,

$F_{Level}^{(1)}\left(\left[\gamma_{Level_k}^{\%}\right]_j^{(1)}\right) \square F_{Level}^{(2)}\left(\left[\gamma_{Level_k}^{\%}\right]_j^{(2)}\right) \square \dots \square F_{Level}^{(m)}\left(\left[\gamma_{Level_k}^{\%}\right]_j^{(m)}\right)$.

В случае фальсификации результатов выборов в пользу определенного участника выборов, указанное выше подобие эмпирических

ПР $P_{Level}^{(1)}\left(\left[\gamma_{Level_k}^{\%}\right]_j^{(1)}\right)$, $P_{Level}^{(2)}\left(\left[\gamma_{Level_k}^{\%}\right]_j^{(2)}\right)$, ...,

и ФР $F_{Level}^{(1)}\left(\left[\gamma_{Level_k}^{\%}\right]_j^{(1)}\right)$, $F_{Level}^{(2)}\left(\left[\gamma_{Level_k}^{\%}\right]_j^{(2)}\right)$, ...,

отсутствует (см. [17–21]). В этой связи автор, предлагает, задавшись некоторым произвольно выбираемым пороговым значением ЭП

$\left[\tilde{\alpha}_{Level_k}^{\%}\right]_j$, отсеять ЭД, представленные избирательными комиссиями $Level_k$ -го уровня (и, соответственно, вычисленные по ним ЭП), в которых

$\left[\alpha_{Level_k}^{\%}\right]_j \geq \left[\tilde{\alpha}_{Level_k}^{\%}\right]_j$ и далее оценивать «истинные» значениями явки и результаты кандидатов, участвовавших в выборах, используя в качестве таковых координаты центра тяжести усеченного кластера. Затем на основе сравнения значений координат центров тяжести не усеченного и усеченного наборов ЭД автор предлагает вычислять оценки (по его утверждению «достоверные») «согласованности ЭД» и «объемов разных типов фальсификаций».

$P_{Level_k}^{(m)}\left(\left[\gamma_{Level_k}^{\%}\right]_j^{(m)}\right)$ и ФР $F_{Level_k}^{(1)}\left(\left[\gamma_{Level_k}^{\%}\right]_j^{(1)}\right)$,

$F_{Level}^{(2)}\left(\left[\gamma_{Level_k}^{\%}\right]_j^{(2)}\right), \dots, F_{Level_k}^{(m)}\left(\left[\gamma_{Level_k}^{\%}\right]_j^{(m)}\right)$ отсут-

ствует (см. [17–21]). В этой связи автор, предлагает, задавшись некоторым произвольно выбираемым пороговым значением ЭП

$\left[\tilde{\alpha}_{Level_k}^{\%}\right]_j$, отсеять ЭД, представленные избирательными комиссиями $Level_k$ -го уровня (и, соответственно, вычисленные по ним ЭП), в ко-

торых $\left[\alpha_{Level_k}^{\%}\right]_j \geq \left[\tilde{\alpha}_{Level_k}^{\%}\right]_j$ и далее оценивать «истинные» значениями явки и результаты кандидатов, участвовавших в выборах, используя в качестве таковых координаты центра тяжести усеченного кластера. Затем на основе сравнения значений координат центров тяжести не усеченного и усеченного наборов ЭД автор предлагает вычислять оценки (по его утверждению «достоверные») «согласованности ЭД» и «объемов разных типов фальсификаций».

В последствие метод С. Шпилькина был дополнен А. Подлазовым, предложившим

анализировать зависимость ЭП $\left[N_{Level_k}^V\right]_j^{(1)}$ от

ЭП $\sum_{i=2}^m \left[N_{Level_k}^V\right]_j^{(i)}$ который, традиционно, постулировал, что при отсутствии фальсификаций ЭД

$\left[N_{Level_k}^V\right]_j^{(1)} = k \sum_{i=2}^m \left[N_{Level_k}^V\right]_j^{(i)}$,

где угловой коэффициент k , которой можно вычислить в соответствии с регрессией Деминга [22]:

$k = p + (1 + p^2)^{1/2}$,

$p = \frac{\left\langle \left(\left[N_{Level_k}^V \right]_j^{(1)} \right)^2 - \left(\sum_{i=2}^m \left[N_{Level_k}^V \right]_j^{(i)} \right)^2 \right\rangle}{2 \left\langle \left[N_{Level_k}^V \right]_j^{(1)} \cdot \sum_{i=2}^m \left[N_{Level_k}^V \right]_j^{(i)} \right\rangle}$,

здесь $\langle \rangle$ означает операцию усреднения по всем точкам анализируемых случайных выборок, а качество линейной аппроксимации оценить величиной

$$\frac{\sigma_{\square}}{\sigma_{\perp}} = \frac{\left\langle \left(k \cdot [N_{Level_k}^V]_j^{(1)} + \sum_{i=2}^m [N_{Level_k}^V]_j^{(i)} \right)^2 \right\rangle}{\left\langle \left(k \cdot [N_{Level_k}^V]_j^{(1)} - \sum_{i=2}^m [N_{Level_k}^V]_j^{(i)} \right)^2 \right\rangle},$$

где $\sigma_{\square}$ – средний квадрат проекций векторов остатков моделей на координатную ось, сонаправленную с аппроксимирующей прямой, $\sigma_{\perp}$ – средний квадрат проекции векторов остатков моделей на координатную ось, перпендикулярную аппроксимирующей прямой. При наличии преднамеренно внесенных аномалий в ЭД, обсуждаемая зависимость, по мнению А. Подлазова, будет отличаться от линейной зависимости.

Таким образом, рассмотренным выше методам ЭК присущ ряд недостатков, основным из которых является отсутствием доказательств адекватности постулатов, положенных в основу этих методов, а также субъективный подбор «эталонных» характеристик, присущих, по представлению авторов того или иного метода, нефальсифицированным ЭД.

2. КРИТИКА МЕТОДА СУХОВОЛЬСКОГО-СОБЯНИНА

Рассмотрим результаты выборов в гипотетическом регионе, где проживают $N_{РИК}^{ER}$ официально зарегистрированных избирателей, из которых приняло участие в выборах $N_{РИК}^V \leq N_{РИК}^{ER}$ избирателей. Будем полагать, что для проведения выборов использовалась двухуровневая избирательная система:

$$K = 2, \quad k = 1, 2,$$

$$Level_1 = РИК, \quad Level_2 = РИК$$

Тогда на уровне региональной избирательной комиссии ($Level_1 = РИК$) ЭП «относительная явка избирателей на выборы» $\alpha_{РИК}^{\%}$ составил:

$$\alpha_{РИК}^{\%} = N_{РИК}^V / N_{РИК}^{ER} \cdot 100\%$$

Будем считать, что выборы в данном регионе проводили две «территориальных избирательных комиссий» ($ТИК \text{ № } 1, ТИК \text{ № } 2$), поэтому $Name_{Level_2} = \{ТИК_1, ТИК_2\}$. В $ТИК \text{ № } 1$ было зарегистрировано $[N_{ТИК}^{ER}]_1$ избирателей, из которых в выборах приняло участие $[N_{ТИК}^V]_1$ избирателей. Аналогичные ЭД, представленные $ТИК \text{ № } 2$ в РИК, обозначим,

$[N_{ТИК}^{ER}]_2, [N_{ТИК}^V]_2$ соответственно. Тогда общее число избирателей, зарегистрированных в РИК, составило:

$$N_{РИК}^{ER} = [N_{ТИК}^{ER}]_1 + [N_{ТИК}^{ER}]_2,$$

общее число избирателей, принявших участие в выборах, в РИК, составило:

$$N_{РИК}^V = [N_{ТИК}^V]_1 + [N_{ТИК}^V]_2.$$

Будем считать, что.

1) В $ТИК \text{ № } 1$ за первого кандидата проголосовало $[N_{ТИК}^V]_1^{(1)}$ избирателей, за второго кандидата – $[N_{ТИК}^V]_1^{(2)}$ избирателей, соответственно.

2) В $ТИК \text{ № } 2$ за первого кандидата проголосовало $[N_{ТИК}^V]_2^{(1)}$ избирателей, за второго кандидата – $[N_{ТИК}^V]_2^{(2)}$ избирателей.

Тогда значения ЭП $[\alpha_{ТИК}]_1, [\alpha_{ТИК}]_2$ вычисляются по формулам:

$$[\alpha_{ТИК}]_1 = \frac{[N_{ТИК}^V]_1}{[N_{ТИК}^{ER}]_1} = \frac{[N_{ТИК}^V]_1^{(1)} + [N_{ТИК}^V]_1^{(2)}}{[N_{ТИК}^{ER}]_1},$$

$$[\alpha_{ТИК}]_2 = \frac{[N_{ТИК}^V]_2}{[N_{ТИК}^{ER}]_2} = \frac{[N_{ТИК}^V]_2^{(1)} + [N_{ТИК}^V]_2^{(2)}}{[N_{ТИК}^{ER}]_2},$$

соответственно, значения ЭП $[\gamma_{ТИК}]_1^{(1)}, [\gamma_{ТИК}]_1^{(2)}$ – по формулам:

$$[\gamma_{ТИК}]_1^{(1)} = \frac{[N_{ТИК}^V]_1^{(1)}}{[N_{ТИК}^V]_1} = \frac{[N_{ТИК}^V]_1^{(1)}}{[N_{ТИК}^V]_1^{(1)} + [N_{ТИК}^V]_1^{(2)}},$$

$$[\gamma_{ТИК}]_1^{(2)} = \frac{[N_{ТИК}^V]_1^{(2)}}{[N_{ТИК}^V]_1} = \frac{[N_{ТИК}^V]_1^{(2)}}{[N_{ТИК}^V]_1^{(1)} + [N_{ТИК}^V]_1^{(2)}},$$

соответственно, значение ЭП $[\gamma_{ТИК}]_2^{(1)}, [\gamma_{ТИК}]_2^{(2)}$ – по формулам:

$$[\gamma_{ТИК}]_2^{(1)} = \frac{[N_{ТИК}^V]_2^{(1)}}{[N_{ТИК}^V]_2} = \frac{[N_{ТИК}^V]_2^{(1)}}{[N_{ТИК}^V]_2^{(1)} + [N_{ТИК}^V]_2^{(2)}},$$

$$[\gamma_{ТИК}]_2^{(2)} = \frac{[N_{ТИК}^V]_2^{(2)}}{[N_{ТИК}^V]_2} = \frac{[N_{ТИК}^V]_2^{(2)}}{[N_{ТИК}^V]_2^{(1)} + [N_{ТИК}^V]_2^{(2)}},$$

соответственно, значение ЭП $[\gamma_{РИК}]^{(1)}$, $[\gamma_{РИК}]^{(2)}$ – по формулам:

$$[\gamma_{РИК}]^{(1)} = \frac{[N_{РИК}^V]}{[N_{РИК}^V]} = \frac{[N_{ТИК}^V]_1 + [N_{ТИК}^V]_2}{[N_{ТИК}^V]_1 + [N_{ТИК}^V]_2},$$

$$[\gamma_{РИК}]^{(2)} = \frac{[N_{РИК}^V]}{[N_{РИК}^V]} = \frac{[N_{ТИК}^V]_1 + [N_{ТИК}^V]_2}{[N_{ТИК}^V]_1 + [N_{ТИК}^V]_2},$$

соответственно.

Используя приведенные выше формулы для вычисления значений ЭП, легко получить выражения, связывающее ЭП $[\gamma_{РИК}]^{(1)}$ с другими ЭП:

$$\begin{aligned} [\gamma_{РИК}]^1 &= \\ &= ([\gamma_{ТИК}]_1^1 + [\gamma_{ТИК}]_1^2) \frac{[N_{ТИК}^V]_1 + [N_{ТИК}^V]_2}{[N_{ТИК}^V]_1 + [N_{ТИК}^V]_2} = \\ &= ([\gamma_{ТИК}]_1^1 + [\gamma_{ТИК}]_1^2) \frac{[N_{ТИК}^V]_1}{[N_{ТИК}^V]_1 + [N_{ТИК}^V]_2} = (1) \\ &= ([\gamma_{ТИК}]_1^1 + [\gamma_{ТИК}]_1^2) \frac{[N_{ТИК}^V]_1}{N_{РИК}^V} = \\ &= ([\gamma_{ТИК}]_1^1 + [\gamma_{ТИК}]_1^2) \frac{[\alpha_{ТИК}]_1}{\alpha_{РИК}} \frac{[N_{ТИК}^{ER}]_1}{N_{РИК}^{ER}}. \end{aligned}$$

Поступая аналогично предыдущему, получаем выражение, связывающее ЭП $[\gamma_{РИК}]^{(1)}$ с другими ЭП:

$$\begin{aligned} [\gamma_{РИК}]^{(2)} &= ([\gamma_{ТИК}]_2^{(1)} + [\gamma_{ТИК}]_2^{(2)}) \frac{[N_{ТИК}^V]_2}{N_{РИК}^V} = \\ &= ([\gamma_{ТИК}]_2^{(1)} + [\gamma_{ТИК}]_2^{(2)}) \frac{[\alpha_{ТИК}]_2}{\alpha_{РИК}} \frac{[N_{ТИК}^{ER}]_2}{N_{РИК}^{ER}} \end{aligned} \quad (2)$$

Из (1), (2) видно, что ЭП $[\gamma_{РИК}]^{(1)}$ зависит от суммы ЭП $[\gamma_{ТИК}]_1^{(1)}$, $[\gamma_{ТИК}]_1^{(2)}$ умноженной на весовой коэффициент $\frac{[\alpha_{ТИК}]_1}{\alpha_{РИК}} \frac{[N_{ТИК}^{ER}]_1}{N_{РИК}^{ER}}$, ЭП $[\gamma_{РИК}]^{(2)}$ – от суммы ЭП $[\gamma_{ТИК}]_2^{(1)}$, $[\gamma_{ТИК}]_2^{(2)}$ умноженной на весовой коэффициент $\frac{[\alpha_{ТИК}]_2}{\alpha_{РИК}} \frac{[N_{ТИК}^{ER}]_2}{N_{РИК}^{ER}}$. Отметим, что в весовые ко-

эффициенты в (1) представляют собой произведение отношения ЭП $[\alpha_{ТИК}]_1$ к ЭП $\alpha_{РИК}$ и отношения $[N_{ТИК}^{ER}]_1$ к ЭП $N_{РИК}^{ER}$; весовые коэффи-

циенты в (2) – произведение отношения ЭП $[N_{ТИК}^{ER}]_2$ к ЭП $N_{РИК}^{ER}$. При этом, очевидно, что $[\alpha_{ТИК}]_1/\alpha_{РИК} \square 1$, $[\alpha_{ТИК}]_2/\alpha_{РИК} \square 1$. Таким образом, можно считать, что при вычислении значений ЭП $[\gamma_{РИК}]^{(1)}$, $[\gamma_{РИК}]^{(1)}$ используются весовые коэффициенты $[N_{ТИК}^{ER}]_1/N_{РИК}^{ER}$, $[N_{ТИК}^{ER}]_2/N_{РИК}^{ER}$ которые позволяют учесть степень влияния численности избирателей, зарегистрированных в данной ТИК, на значения значения ЭП $[\gamma_{ТИК}]_1^{(1)}$, $[\gamma_{ТИК}]_1^{(2)}$. Соответственно, в обсуждаемом методе С-С, должен проводится анализ зависимостей взвешенных ЭП $([N_{ТИК}^{ER}]_1/N_{РИК}^{ER})[\gamma_{ТИК}]_1^{(1)}$, $([N_{ТИК}^{ER}]_2/N_{РИК}^{ER})[\gamma_{ТИК}]_1^{(2)}$ от ЭП «явка избирателей в ТИК № 1», «явка избирателей в ТИК № 2». Очевидно, что данная рекомендация относится к случаю большего числа ТИК и большего числа кандидатов (партий), участвующих в выборах.

Для подтверждения того, что при использовании взвешенных значений ЭП $([N_{ТИК}^{ER}]_1/N_{РИК}^{ER})[\gamma_{ТИК}]_1^{(1)}$, $([N_{ТИК}^{ER}]_2/N_{РИК}^{ER})[\gamma_{ТИК}]_1^{(2)}$ их линейные связи, соответственно, с ЭП $[\alpha_{ТИК}^%]_1$, $[\alpha_{ТИК}^%]_2$ авторы провели самостоятельные подсчеты, используя официальные ЭД, опубликованные Центральной избирательной комиссией (ЦИК) РФ на сайте ЦИК, по итогам выборов в 2018 г. Президента РФ (далее – Выборы-2018) [26], структура которых подробно описанная в [27], соответствовала иерархической архитектуре избирательной системы, проводившей Выборы-2018:

- 1) вершина дерева – ЦИК РФ;
- 2) избирательные комиссии (ИК) субъектов РФ, г. Байконур (Республика Казахстан), ИК, объединившая участковые избирательные комиссии (УИК), созданные пределами РФ (всего – 87);
- 3) ТИК (всего – 2 776);
- 4) УИК (всего – 97 314).

Для автоматической загрузки ЭД с сайта ЦИК РФ в файл CVS-формата, содержащий таблицу, состоящую из 23 столбцов и 100579 строк, на основе использования информационных технологий, выбор которых обоснован в [27], был создан специализированный программный инструмент, подробно описанный в [28]. Результаты многомерного статистического анализа ЭД, выгруженных в автомати-

ческом режиме с сайта ЦИК, которые подтверждают отсутствие в них целенаправленно внесенных аномалий, опубликованы авторами в [29].

На основе использования ЭД, находящихся в обсуждаемой таблице, были вычислены значения ЭП $\left[\gamma_{ИК}^{\%}\right]_j^{(1)}$, $\left[\tilde{\gamma}_{ИК}^{\%}\right]_j^{(1)}$, $\left[\gamma_{ИК}^{\%}\right]_j^{(2)}$, $\left[\tilde{\gamma}_{ИК}^{\%}\right]_j^{(2)}$, $\left[\alpha_{ИК}^{\%}\right]_j$, $j = \overline{1,87}$ (1 – ЭП Путина Вла-

димира Владимировича, занявшего второе место). Визуализации зависимостей, заданных таблицами:

$$1) \left\langle \left[\alpha_{ИК}^{\%}\right]_j, \left[\gamma_{ИК}^{\%}\right]_j^{(1)} \right\rangle, \left\langle \left[\alpha_{ИК}^{\%}\right]_j, \left[\tilde{\gamma}_{ИК}^{\%}\right]_j^{(2)} \right\rangle, \\ j = \overline{1,87} \text{ отсчетов;}$$

$$2) \left\langle \left[\alpha_{ТИК}^{\%}\right]_j, \left[\gamma_{ТИК}^{\%}\right]_j^{(1)} \right\rangle, \left\langle \left[\alpha_{ТИК}^{\%}\right]_j, \left[\tilde{\gamma}_{ТИК}^{\%}\right]_j^{(2)} \right\rangle, \\ j = \overline{1,97314},$$

и их линейные аппроксимации представлены на рисунках 1,2 [26].

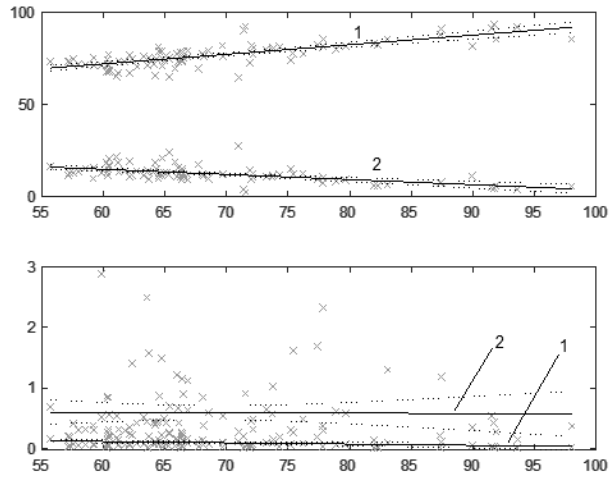


Рис. 1. Сверху: графики зависимостей $\left\langle \left[\alpha_{ИК}^{\%}\right]_j, \left[\gamma_{ИК}^{\%}\right]_j^{(1)} \right\rangle$ (1), $\left\langle \left[\alpha_{ИК}^{\%}\right]_j, \left[\tilde{\gamma}_{ИК}^{\%}\right]_j^{(2)} \right\rangle$ (2), $j = \overline{1,87}$ и их линейные аппроксимации.

Снизу: графики зависимостей $\left\langle \left[\alpha_{ИК}^{\%}\right]_j, \left[\tilde{\gamma}_{ИК}^{\%}\right]_j^{(1)} \right\rangle$ (1), $\left\langle \left[\alpha_{ИК}^{\%}\right]_j, \left[\gamma_{ИК}^{\%}\right]_j^{(2)} \right\rangle$ (2) и их линейной аппроксимации

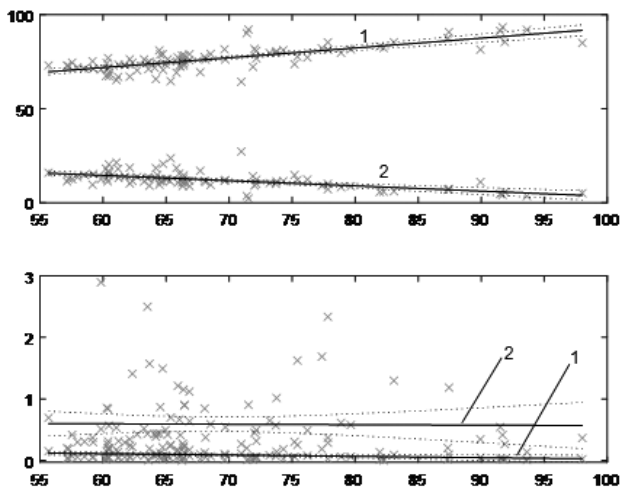


Рис 2. Сверху: графики зависимостей $\left\langle \left[\alpha_{ТИК}^{\%}\right]_j, \left[\gamma_{ТИК}^{\%}\right]_j^{(1)} \right\rangle$ (1), $\left\langle \left[\alpha_{ТИК}^{\%}\right]_j, \left[\tilde{\gamma}_{ТИК}^{\%}\right]_j^{(2)} \right\rangle$ (2), $j = \overline{1,97314}$ и их линейные аппроксимации.

Снизу: графики зависимостей $\left\langle \left[\alpha_{ТИК}^{\%}\right]_j, \left[\tilde{\gamma}_{ТИК}^{\%}\right]_j^{(1)} \right\rangle$ (1), $\left\langle \left[\alpha_{ТИК}^{\%}\right]_j, \left[\gamma_{ТИК}^{\%}\right]_j^{(2)} \right\rangle$ (2) и их линейной аппроксимации

Таким образом, результаты критического анализа метода С-С позволяют сделать обоснованный вывод о неправомерности его использования для анализа ЭД, а также публикации полученных с его помощью результатов. Необходимо отметить, что известен опыт использования метода С-С в его изначальном варианте для случая «честные выборы, неоднородные ТИК», а также для построения модели, описывающей фальсифицированные ЭД за счет уменьшения числа голосов, поданных за данного кандидата в пользу другого кандидата (переток голосов), и обоснования выбора критериев для проверки гипотезы об отсутствии нерегулярностей в ЭД [25]. Однако результаты, изложенные выше, опровергают выводы авторов [25].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В первой части статьи обоснована актуальность изучения методов ЭК, которые по мнению авторов данных методов и их сторонников обеспечивают выявление целенаправленно внесенных аномалий в электоральные данные. Приведено описание методов ЭК, наиболее активно в постсоветский период истории России использовавшихся представителями проигравшей стороны для обнаружения преднамеренно внесенных искажений в электоральные данные, публикуемые по результатам выборов в органы государственной власти РФ, местного самоуправления и референдумов, с целью делигитимации их результатов. Данные методы, как показали результаты их анализа, основаны на сравнении тех или иных статистических характеристик ЭД и вычисляемых на их основе ЭП с некоторыми эталонами, которые, зачастую, выбираются их авторами, субъективно, без должного научного обоснования. не имеют под собой строго обоснованной научной базы.

В этой ситуации возникает бесконечная рекурсия, так для доказательства факта честного проведения выборов нужно использовать методы ЭК, для доказательства адекватности которых, в свою очередь, нужно использовать ЭД, опубликованные по результатам честно проведенных выборов, и т.д. (аналогично, известной истории о слуге культа и его любимой собаке). По мнению авторов возможный выход из описанной ситуации состоит в использовании аналитических подходов к анализу методов ЭК, а также их применение к анализу синтезированных заведомо нефальсифицированным ЭД, статистические свойства которых подобны статистическим свойствам реальных электоральных данных.

В первой части статьи подробно рассмотрен метод Собянина-Суходольского и аналитических показано, что авторы данного метода при анализе зависимости ЭП «доля голосов избирателей, проголосовавших за победителя выборов» от ЭП «явка избирателей на выборы», игнорируют необходимость использования весовых множителей пропорциональных отношению числа избирателей, зарегистрированных в избирательной комиссии данного уровня, к числу избирателей, имевших право участия в выборах. Без их учета вклад избирательных комиссий с небольшим числом избирателей, на которых, как очевидно, высокую явку обеспечить легче, чем на участках с большим числом зарегистрированных избирателей, оказывается аналогичной вкладу последних в анализируемую зависимость.

Следовательно, выводы, сделанные на основе результатов применения метода Собянина-Суходольского и его модификаций, требуют критического переосмысления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шалаев Н.Е. Электоральные аномалии в постсоциалистическом пространстве: опыт политологического анализа. Дисс...канд. политических наук по специальности 23.00.02 – Политические институты, процессы и технологии. – Санкт-Петербург: СПбГУ, 2016 г. – 191 с.
2. Benford F. The Law of Anomalous Numbers// *Proceedings of the American Philosophical Society.* – 1938. – Mar. 31. – Vol. 78. – № 4. – P. 551–572.
3. Deckert J., M. Myagkov, Ordeshook P.C. The Irrelevance of Benford's Law for Detecting Fraud in Elections [Электронный ресурс] // Caltech/MIT Voting Technology Project Working Paper. №. 9. 2010. URL: <http://vote.caltech.edu/content/irrelevance-benford-s-law-detecting-fraud-elections> (Дата обращения: 4.02.2023).
4. Diekmann A. Benford's Law and Fraud Detection: Facts and Legends/ Diekmann, Andreas, Ben Jann// *German Economic Review.* – 2010. – Vol. 11 (3). – P. 397–401.
5. Shikano S. When Does the Second-Digit Benford's Law-Test Signal an Election Fraud? Facts or Misleading Test Results // *Jahrbucher f. Nationalokonomie u. Statistik (Lucius & Lucius, Stuttgart 2011).* – Bd. (Vol.) 231/5+6. – P. 719–732.
6. Breunig C. Searching for electoral irregularities in an established democracy: Applying Benford's Law tests to Bundestag elections in Unified Germany// *Electoral Studies.* – 2011. – Vol. 30. – P. 534–545.
7. Kobak D., Shpilkin S., Pshenichnikov M.S. Integer Percentages as Electoral Falsification Fingerprints// *Ann. Appl. Stat.* – 2016. – Vol. 10. – № 1. – P. 54–73.
8. Beber B., Scacco A. What the Numbers Say: A Digit-Based Test for Election Fraud//*Political Analysis.* – 2012. – Vol. 20. – P. 211–234.
9. Lee J., Tam Cho W.K., Judge G.G. Stigler's approach to recovering the distribution of first significant digits in natural data sets// *Statistics & Probability Letters.* – 2010. – Vol. 80. Issue 2. – P. 82–88.
10. 10. Walter R. Mebane Jr. Fraud in the 2009 Presidential Election in Iran? // *CHANCE.* – 2010. – Vol. 23. – № 1. – P. 9.
11. Walter R. Mebane Jr. Comment on «Benford's Law and the Detection of Election Fraud». // *Political Analysis.* – 2011. – Vol. 19. – P. 270.
12. Walter R. Meban, Jr. A Layman's Guide to Statistical Election Forensics. [Электронный ресурс] // *ElectionGuide Digest.* – 2010. URL: <http://www.electionguide.org/digest/post/271/>
13. Мебейн, У. Электоральные фальсификации в России: комплексная диагностика выборов 2003–2004, 2007–2008 гг.// *Российское Электоральное Обозрение.* – 2009. – №2. – С 61.
14. 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:<http://doi.org/10.20948/prepr-2019-2>. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2019-2> (Дата обращения: 25.11.2025).
15. Подлазов А.В. Исследование статистических методов выявления вымышленных результатов выборов: Часть 1. Круглые числа // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. – 2019. – № 147. – 28 с. DOI: <http://doi.org/10.20948/prepr-2019-147>. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2019-147> (Дата обращения: 25.11.2025).
16. Собянин А.А., Суховольский В.Г. Демократия, ограниченная фальсификациями. – М.: ИНТУ, 1995. – 263 с.
17. Шпилькин С. Статистическое исследование результатов российских выборов 2007–2009 гг. // *Троицкий вариант – наука.* – 2009. – № 21(40). – С. 2–4.
18. Шпилькин С. Математика выборов – 2011 // *Троицкий вариант – наука.* – 2011. – № 25(94). – С. 2–4.
19. Шпилькин С. Двугорбая Россия // *Троицкий вариант – наука.* – 2016. № 20(214). – С. 1–3.
20. Шпилькин С. Выборы 2018 года: Фактор X и «пила Чурова» // *Троицкий вариант – наука.* – 2018. – № 8(252). – С. 8–10.
21. Шпилькин С. Поправки на 27 миллионов // *Троицкий вариант – наука.* – 2020. – № 14(308). – С. 4–5.
22. 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: 25.11.2025).

23. Leemann L., Bochsler D. A systematic approach to study electoral fraud// *Electoral Studies*. – 2014. – Vol. 35. – P. 33–47.
24. Pericchi L., Torres D. Quick Anomaly Detection by the Newcomb-Benford Law, with Applications to Electoral Processes Data from the USA, Puerto Rico and Venezuela// *Statistical Science*. – 2011. – Vol. 26. – №. 4. – P. 502–516.
25. Кунов А., Мягков М., Ситников А., Шакин Д. Россия и Украина: нерегулярные результаты регулярных выборов. Аналитический доклад Института открытой экономики. – М.: Институт открытой экономики, 2005. – 37 с. URL: http://sergey.shulgin.ru/files/paper_elections.pdf
26. URL:<http://www.vybory.izbirkom.ru/region/izbirkom?action=show&global=1&vrn=100100084849062®ion=0&prver=0&pronetvd=null> (Дата обращения: 25.11.2025)
27. Мирвода С.Г., Поршнев С.В., Рябко Н.Ю. Автоматизация процедуры доступа к электоральным данным, размещенным на сайте Центральной избирательной комиссии Российской Федерации// *Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере*. – 2022. – № 1(43). – С. 28– 34. DOI: 10.14529/secur220104
28. Инструмент для загрузки официальных данных, публикуемых Центральной избирательной комиссией Российской Федерации// Мирвода С.Г., Поршнев С.В., Рябко Н.Ю., Стойчин К.Л., Тимошенко-ва Ю.С./ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023683261 (Заявка № 2023681765. Дата поступления 23.10.2023. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 07.11.2023.)
29. Поршнев С.В., Рябко Н.Ю. Опыт многомерного статистического анализа электоральных данных// *Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере*. – 2023. – № 2(48). – С. 5– 29. DOI: 10.14529/secur230201

References

1. Shalaev N.E. Elektoral'nye anomalii v postsotsialisticheskom prostranstve: opyt politologicheskogo analiza. Diss...kand. politicheskikh nauk po spetsial'nosti 23.00.02 – Politicheskie instituty, protsessy i tehnologii. – Sankt-Peterburg: SPbGU, 2016. – 191 s.
2. Benford F. The Law of Anomalous Numbers// *Proceedings of the American Philosophical Society*. – 1938. – Mar. 31. – Vol. 78. – № 4. – P. 551– 572.
3. Deckert J., M. Myagkov, Ordeshook P.C. The Irrelevance of Benford's Law for Detecting Fraud in Elections// *Caltech/MIT Voting Technology Project Working Paper*. №. 9. 2010. URL: <http://vote.caltech.edu/content/irrelevance-benfords-law-detecting-fraud-elections> (Data obrascheniya: 4.02.2023).
4. Diekmann A. Benford's Law and Fraud Detection: Facts and Legends/ Diekmann, Andreas, Ben Jann// *German Economic Review*. – 2010. – Vol. 11 (3). – P. 397–401.
5. Shikano S. When Does the Second-Digit Benford's Law-Test Signal an Election Fraud? Facts or Misleading Test Results// *Jahrbucher f. Nationalokonomie u. Statistik (Lucius & Lucius, Stuttgart 2011)*. – Bd. (Vol.) 231/5+6. – P. 719–732.
6. Breunig C. Searching for electoral irregularities in an established democracy: Applying Benford's Law tests to Bundestag elections in Unified Germany// *Electoral Studies*. – 2011. – Vol. 30. – P. 534–545.
7. Kobak D., Shpilkin S., Pshenichnikov M.S. Integer Percentages as Electoral Falsification Fingerprints// *Ann. Appl. Stat.* – 2016. – Vol. 10. – № 1. – P. 54– 73.
8. Beber B., Scacco A. What the Numbers Say: A Digit-Based Test for Election Fraud// *Political Analysis*. – 2012. – Vol. 20. – P. 211–234.
9. Lee J., Tam Cho W.K., Judge G.G. Stigler's approach to recovering the distribution of first significant digits in natural data sets// *Statistics & Probability Letters*. – 2010. – Vol. 80. Issue 2. – P. 82–88.
10. Walter R. Mebane Jr. Fraud in the 2009 Presidential Election in Iran?// *CHANCE*. – 2010. – Vol. 23. – № 1. – P. 9.
11. Walter R. Mebane Jr. Comment on «Benford's Law and the Detection of Election Fraud»// *Political Analysis*. – 2011. – Vol. 19. – P. 270.
12. Walter R. Meban, Jr. A Layman's Guide to Statistical Election Forensics// *ElectionGuide Digest*. – 2010. URL: <http://www.electionguide.org/digest/post/271/> (Data obrascheniya 20.10.2023)
13. Mebejn, U. Elektoral'nye fal'sifikatsii v Rossii: kompleksnaya diagnostika vyborov 2003– 2004, 2007– 2008 gg.// *Rossiiskoe Elektoral'noe Obozrenie*. – 2009. – № 2. – S 61.
14. Podlazov A.V. Formal'nye metody vyjavleniya masshtabnyh `elektoral'nyh fal'sifikatsij na materiale federal'nyh vyborov 1999–2018 gg. / Preprinty IPM im. M.V. Keldysha. – 2019. – № 2. – 28 s. doi:<http://doi.org/10.20948/prepr-2019-2>. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2019-2> (Data obrascheniya: 25.11.2025).

15. Podlazov A.V. Issledovanie statisticheskikh metodov vyjavleniya vydumannykh rezul'tatov vyborov: Chast' 1. Kruglye chisla // Preprinty IPM im. M.V. Keldysha. – 2019. – № 147. – 28 s. DOI: <http://doi.org/10.20948/prepr-2019-147>. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2019-147> (Data obrascheniya: 25.11.2025).
16. Sobjanin A.A., Suhovol'skij V.G. Demokratiya, ogranichennaja fal'sifikatsijami. – M.: INTU, 1995. – 263 s.
17. Shpil'kin S. Statisticheskoe issledovanie rezul'tatov rossijskikh vyborov 2007–2009 gg.// Troitskij variant – nauka. – 2009. – № 21(40). – S. 2– 4.
18. Shpil'kin S. Matematika vyborov – 2011 // Troitskij variant – nauka. – 2011. – № 25(94). – S. 2– 4.
19. Shpil'kin S. Dvugorbaja Rossiya // Troitskij variant – nauka. – 2016. № 20(214). – S. 1– 3.
20. Shpil'kin S. Vybory 2018 goda: Faktor H i «pila Churova» // Troitskij variant – nauka. – 2018. – № 8(252). – S. 8– 10.
21. Shpil'kin S. Popravki na 27 millionov // Troitskij variant – nauka. – 2020. – № 14(308). – S. 4– 5.
22. Podlazov A.V. Rekonstruktsija fal'sifitsirovannykh rezul'tatov vyborov s pomosh'ju integral'nogo metoda Shpil'kina // Proektirovanie buduschego. Problemy tsifrovoj real'nosti: trudy 4-j Mezhdunarodnoj konferentsii (4– 5 fevralja 2021 g., Moskva). – M.: IPM im. M.V. Keldysha, 2021. – S. 193– 208. URL: <https://keldysh.ru/future/2021/18.pdf> (Data obrascheniya: 25.11.2025)
23. Leemann L., Bochsler D. A systematic approach to study electoral fraud// Electoral Studies. – 2014. – Vol. 35. – P. 33–47.
24. Pericchi L., Torres D. Quick Anomaly Detection by the Newcomb-Benford Law, with Applications to Electoral Processes Data from the USA, Puerto Rico and Venezuela// Statistical Science. – 2011. – Vol. 26. – №. 4. – P. 502–516.
25. Kunov A., Mjagkov M., Sitnikov A., Shakin D. Rossiya i Ukraina: nereguljarnye rezul'taty reguljarnyh vyborov. Analiticheskij doklad Instituta otkrytoj `ekonomiki. – M.: Institut otkrytoj ekonomiki, 2005. – 37 s. URL: http://sergey.shulgin.ru/files/paper_elections.pdf (Data obrascheniya: 25.11.2025).
26. URL:<http://www.vybory.izbirkom.ru/region/izbirkom?action=show&global=1&vrn=100100084849062®ion=0&prver=0&pronetvd=null> (Data obrascheniya: 25.11.2025)
27. Mirvoda S.G., Porshnev S.V., Rjabko N.Ju. Avtomatizatsija protsedury dostupa k `elektoral'nyh dannym, razmeshchennym na sajte Tsentral'noj izbiratel'noj komissii Rossijskoj Federatsii// Vestnik UrFO. Bezopasnost' v informatsionnoj sfere. – 2022. – № 1(43). – S. 28– 34. DOI: 10.14529/secur220104
28. Instrument dlja vygruzki ofitsial'nyh dannyh, publikuemyh Tsentral'noj izbiratel'noj komissiej Rossijskoj Federatsii// Mirvoda S.G., Porshnev S.V., Rjabko N.Ju., Stojchin K.L., Timoshenkova Ju.S/ Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registratsii programmy dlja `EVM № 2023683261 (Zajavka № 2023681765. Data postuplenija 23.10.2023. Data gosudarstvennoj registratsii v Reestre programm dlja `EVM 07.11.2023.)28.
29. Porshnev S.V., Rjabko N.Ju. Opyt mnogomernogo statisticheskogo analiza `elektoral'nyh dannyh// Vestnik UrFO. Bezopasnost' v informatsionnoj sfere. – 2023. – № 2(48). – S. 5– 29. DOI: 10.14529/secur230201

ПОРШНЕВ Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор, профессор Учебно-научного центра «Информационная безопасность» ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина». 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 32.; ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет». 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45. E-mail: s.v.porshnev@urfu.ru

РЯБКО Николай Юрьевич, аспирант, ФГАОУ ВО «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.; Ural State University of Economics. 620144, Yekaterinburg, 8 Marta/Narodnoy Voli St., 62/45. E-mail: N.Yu.Ryabko@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