

Зенков Андрей Вячеславович

Доцент кафедры моделирования управляемых систем
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
им. первого Президента России Б.Н.Ельцина»
кандидат физ.-мат. наук, доцент

zenkow@mail.ru

ул. Софьи Ковалевской, 5, Т-201
г. Екатеринбург, РФ, 620049
+7 (343) 375-47-15



Сазанова Лариса Анатольевна

Доцент кафедры статистики, эконометрики и информатики
ФГБОУ ВО «Уральский государственный
экономический университет»
кандидат физ.-мат. наук, доцент

sazanovalarisa@rambler.ru

ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45
г. Екатеринбург, РФ, 620144
+7 (343) 221-27-29

Криво Алексей Андреевич

Студент Института фундаментального образования
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
им. первого Президента России Б.Н.Ельцина»

a.v.zenkov@urfu.ru

ул. Софьи Ковалевской, 5, Т-501
г. Екатеринбург, РФ, 620049
+7 (343) 375-47-15

Усталов Никита Алексеевич

Студент Института фундаментального образования
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
им. первого Президента России Б.Н.Ельцина»

a.v.zenkov@urfu.ru

ул. Софьи Ковалевской, 5, Т-501
г. Екатеринбург, РФ, 620049
+7 (343) 375-47-15

УДК 51-78, 519.234.3, 519.257, 81-139, 519.248.6

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
И АТРИБУЦИЯ ТЕКСТОВ**

Предложен новый метод статистического анализа в текстологии. Исследовано распределение частот различных первых значащих цифр в числительных связных авторских русскоязычных текстов. Показано, что эти частоты приближённо соответствуют закону Бенфорда с резким преобладанием доли единицы. Отклонения от закона Бенфорда являются статистически устойчивыми авторскими особенностями, позволяющими при некоторых

условиях исследовать вопрос об авторстве, в частности, различать тексты разных авторов. Распределение цифр конца ряда $\{1, 2, \dots, 8, 9\}$ подвержено сильным флуктуациям и непоказательно. Предложенный подход проиллюстрирован и выводы подкреплены примерами компьютерного анализа произведений М. Агеева, В. Набокова, М. Шолохова, Н. Некрасова и др. Результаты обоснованы на основе непараметрического U -критерия Манна-Уитни.

Ключевые слова: закон Бенфорда; первая значащая цифра; стилеметрия; атрибуция текстов; обработка текстов; критерий Манна-Уитни.

Введение

В последние годы заметно расширилась сфера практического использования известного уже больше ста лет закона Бенфорда [1]. Закон Бенфорда описывает вероятность появления определённой первой значащей цифры в разнообразных распределениях величин, взятых из реальной жизни. Вопреки кажущемуся очевидным предположению о том, что частоты появления любой первой значащей цифры должны быть равными, для многих массивов данных в качестве первой значащей цифры чаще других встречается единица! Согласно закону Бенфорда при записи числа в десятичной системе счисления вероятность появления цифры d в качестве его первой значащей цифры

$$P(d) = \lg\left(1 + \frac{1}{d}\right), \quad (1)$$

так что $d = 1$ должна встречаться с вероятностью $\lg 2 \approx 0,30$, $d = 2$ – с вероятностью $0,18$ и т.д.

Исчерпывающего объяснения закона Бенфорда, охватывающего все случаи реализации, до сих пор не предложено, хотя и сформулированы некоторые условия, благоприятствующие его появлению. Один из классических опытов Бенфорда, хорошо согласующийся с (1) – подсчет встречаемости числительных на произвольных страницах прессы – находит логичное объяснение в теореме Хилла [2, 3], согласно которой в условиях неоднократного случайного выбора распределения вероятностей с последующим случайным выбором числа согласно этому распределению возникает набор чисел, подчиняющийся закону Бенфорда. Заметим, что Бенфорд анализировал встречаемость числительных, выраженных *цифрами*.

Неполнота понимания не препятствует успешному применению закона Бенфорда для выявления подлогов в бухгалтерской отчётности [4] и фальсификаций на выборах [5]; обсуждаются применения в различных науках; как иллюстрацию укажем работы, связанные с физикой и астрономией [6–8], сейсмологией [9], стеганографией [10], наукометрией [11].

Нами показана перспективность подсчета частот различных первых значащих цифр числительных в лингвистике – для задач текстологии [12]. Оказалось, что не только для

случайной комбинации текстов, но и для связных текстов, для которых нарушается условие названной теоремы, распределение частот приближается к (1), но доля единицы заметно превышает 30% – хотя бы потому, что, формально являясь числительным, слово «один» фактически может выступать в роли неопределенного артикля.

В отличие от традиционной методологии применения закона Бенфорда, трактующей отклонения от закона как указание на возможное наличие «фальсификаций» (в широком понимании), нами сделан акцент на сравнении этих отклонений для текстов разных авторов; показано, что эти отклонения являются статистически устойчивыми авторскими особенностями, позволяющими различать тексты разных авторов (при некоторых условиях, важнейшее из которых – достаточно большая длина текста).

В настоящей работе данный подход развит, и представлены новые результаты исследований.

Работа носит экспериментальный характер. Цель теоретического обоснования результатов (если таковое, вообще, возможно) не ставилась, что, однако, не умаляет применимости предложенной методологии для практических задач текстологии.

Для всех (русскоязычных художественных) текстов, подвергнутых статистическому анализу, с помощью ЭВМ подсчитывались частоты появления различных первых значащих цифр в количественных и порядковых числительных. Спецификой употребления числительных в художественном тексте является заметное преобладание словесного выражения числительных над цифровым. В первом случае вначале числительные (в разных словоформах) переводились в цифровую форму записи, так что, например, для числительного «семьсот пятьдесят три» (753) учитывалась только первая значащая цифра 7. Для выявления авторского употребления числительных предварительно из текста удалялись идиоматические выражения и устойчивые словосочетания, случайно содержащие числительные («семь пятниц на неделе», «в двух словах»).

1. Распределение первых значащих цифр в числительных сборных текстов

Условия теоремы Хилла лучше всего выполняются для сборных текстов, состоящих из отрывков разного авторства. В этом случае авторские особенности текстов (см. ниже) усредняются, и получается частотная зависимость, напоминающая бенфордовскую (1), но отличающаяся более крутым падением; встречаемость цифры 1 заметно превышает

ожидаемую по закону Бенфорда. На рис. 1 представлены результаты анализа сводного текста трех сборников: 1) «Русская романтическая новелла»¹ [13];

2) «Очарованные книгой»² [14];

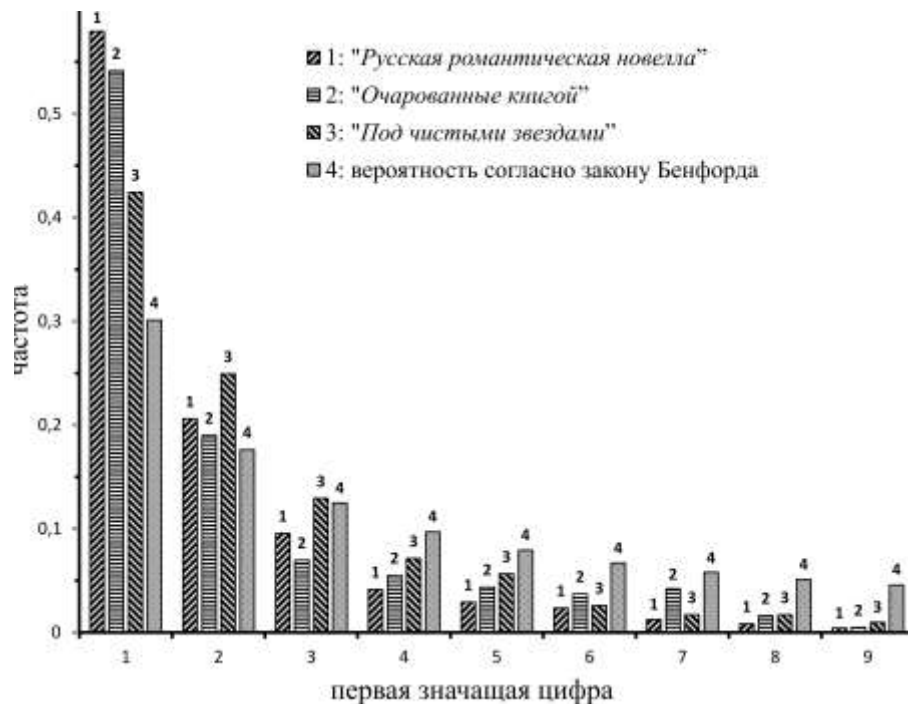


Рис. 1. Распределение первых значащих цифр числительных в трех сборниках художественных текстов. Результаты сопоставляются с ожидаемыми согласно закону Бенфорда (1)

3) «Под чистыми звездами»³ [15].

2. Связные художественные тексты: авторские особенности

Для текстов, принадлежащих перу одного автора, как правило, наблюдаются устойчивые особенности в статистике первых значащих цифр (рис. 2–4).

¹ Тексты Антония Погорельского, В. П. Титова, М. П. Погодина, Н. А. Мельгунова, Е. А. Баратынского, А. А. Бестужева (Марлинского), Н. А. Полевого, М. Н. Загоскина, Е. П. Ростопчиной, В. Н. Олина, Н. В. Кукольника, В. Ф. Одоевского, Бернета (А. К. Жуковского).

² Тексты Н. И. Новикова, А. Н. Радищева, Н. И. Страхова, В. С. Березайского, Н. М. Карамзина, В. А. Жуковского, П. Л. Яковлева, А. С. Пушкина, В. Ф. Одоевского, А. И. Герцена, Н. Д. Иванчина-Писарева, П. В. Ефремовского, Н. А. Некрасова, Ф. М. Достоевского, М. Л. Михайлова, Н. А. Лейкина, Г. И. Успенского, Д. Л. Мордовцева, А. П. Чехова, Д. Н. Мамина-Сибиряка, В. Г. Короленко, А. М. Горького, Л. Н. Андреева, И. А. Бунина, А. М. Ремизова.

³ Авторы Максим Горький, П. С. Романов, Н. С. Тихонов, А. А. Фадеев, В. А. Каверин, Л. В. Никулин, И. Э. Бабель, М. Б. Колосов, Б. А. Лавренев, И. С. Соколов-Микитов, Л. Н. Сейфуллина, М. Л. Слонимский, А. С. Грин, Ю. К. Олеша, Б. М. Левин, П. А. Павленко, В. В. Вересаев, С. Н. Сергеев-Ценский, А. И. Куприн, К. Г. Паустовский, В. В. Иванов, Н. Н. Никитин, О. Д. Форш, В. П. Катаев, М. М. Зощенко, Илья Ильф и Евгений Петров, В. Я. Шишков, И. М. Касаткин, В. В. Овечкин, В. П. Ильенков, А. С. Серафимович, А. П. Платонов, Л. С. Соболев, И. И. Катаев, В. Г. Лидин, А. С. Яковлев, Н. Н. Ляшко, А. В. Перегудов, К. А. Федин, А. П. Гайдар, А. С. Макаренко, Б. Л. Горбатов, С. В. Диковский, М. М. Пришвин.

Обратим внимание на различие в частотах встречаемости единицы на рис. 2–4. В основном, цифра 1, а также (в меньшей степени) цифры 2 и 3 определяют авторскую специфику текста в нашем подходе. Встречаемость последующих цифр подвержена сильным флуктуациям, что не позволяет извлечь из их распределения полезную информацию.

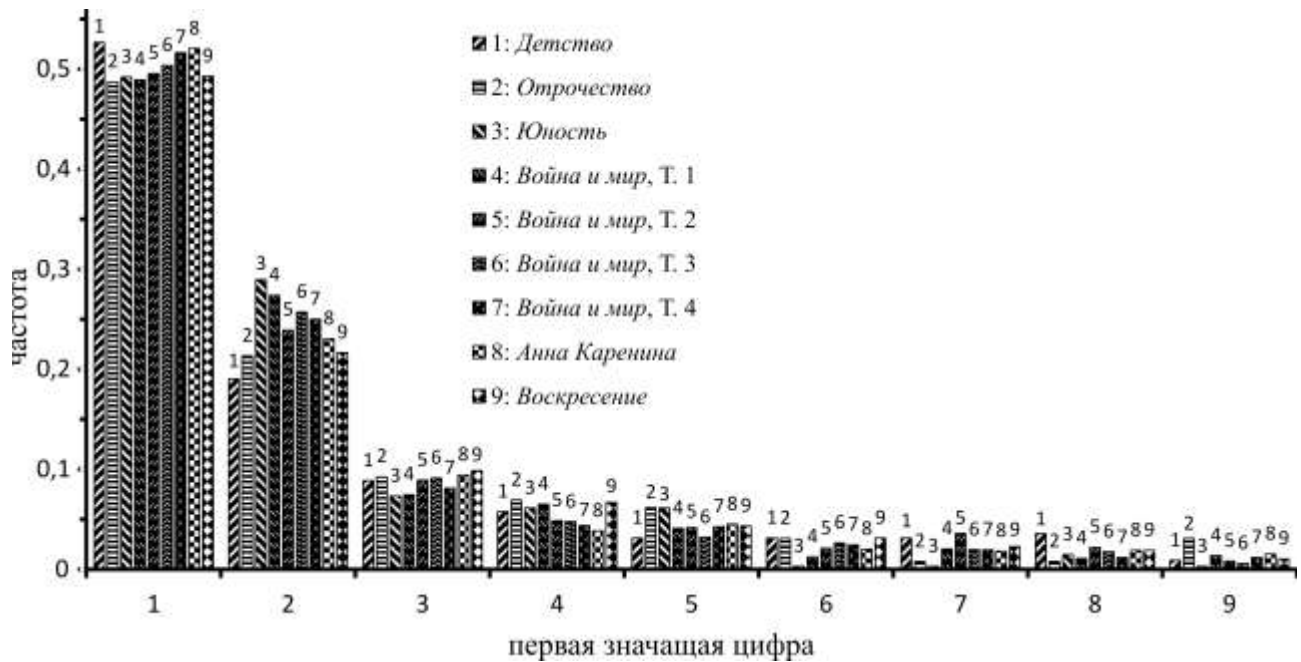


Рис. 2. Распределение первых значащих цифр числительных в текстах Л. Толстого

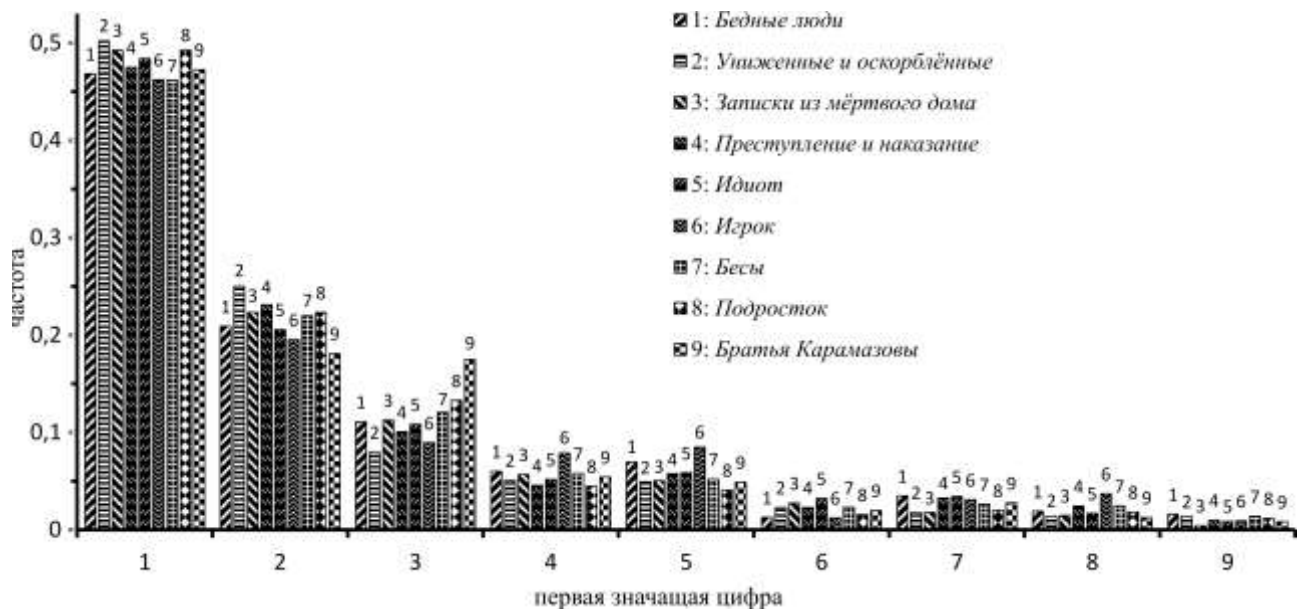


Рис. 3. Распределение первых значащих цифр числительных в текстах Ф. Достоевского

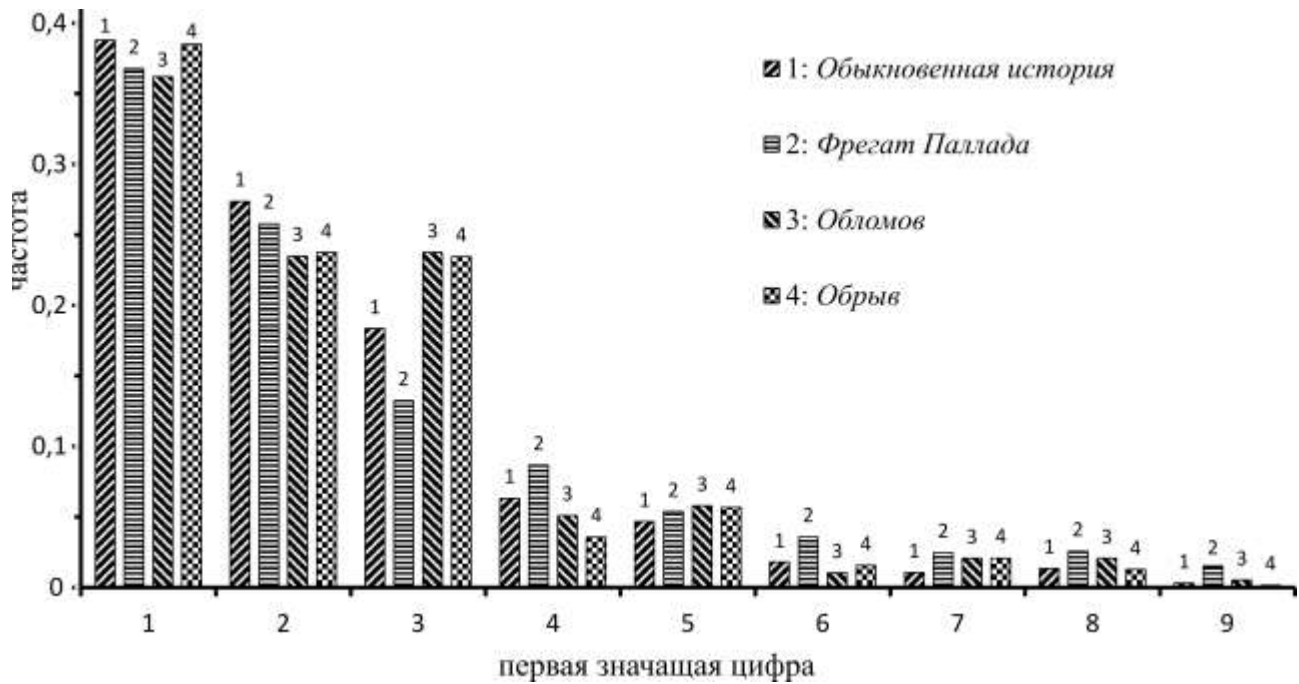


Рис. 4. Распределение первых значащих цифр числительных в текстах И. Гончарова

3. Распознавание авторства текстов

Авторство «Романа с кокаином». На протяжении шестидесяти лет в литературоведении оставался нерешённым вопрос об авторстве «Романа с кокаином», опубликованного в 1934г. под псевдонимом «М. Агеев». В отсутствие достоверной информации об авторе и каких-либо других значимых публикаций под этим именем получила распространение гипотеза о литературной мистификации. В силу некоторой жанровой и стилистической близости «Романа с кокаином» ранним романам В.В. Набокова перу последнего стали приписывать и роман М. Агеева. Публикация в 1990-х гг. ранее неизвестных архивных материалов [16] опровергла эту гипотезу. Хотя данный частный филологический вопрос уже снят, покажем, к каким результатам приводит наша методология.

Ниже приведены результаты статистического исследования «Романа с кокаином» и основных русскоязычных произведений Набокова (Рис. 5). Отметим значительное различие во встречаемости значащей цифры 1 в романе Агеева, с одной стороны, и в романах Набокова, с другой стороны. С учетом длины проанализированных текстов это различие трудно объяснить случайными флуктуациями (в отличие от последующих значащих цифр, для которых даже в книгах одного автора не усматривается общая закономерность). Это характерные авторские различия стилей. Мы склонны связать их с психологическими особенностями (в частности, склонностью к округлению чисел), которые, независимо от воли и сознания автора, сказываются на его текстах. Обратим внимание на то, как Набоков, буквально, вырабатывает свой стиль: столбцы 2 и 3

(«Машенька», «Король, дама, валет») имеют частотные характеристики единицы, существенно отличные от последующих столбцов; начиная с 3-го столбца, остаются только незначительные вариации частотных характеристик. Заметим также, что для «Машеньки» встречаемость единицы ниже, чем это предписывается законом Бенфорда!

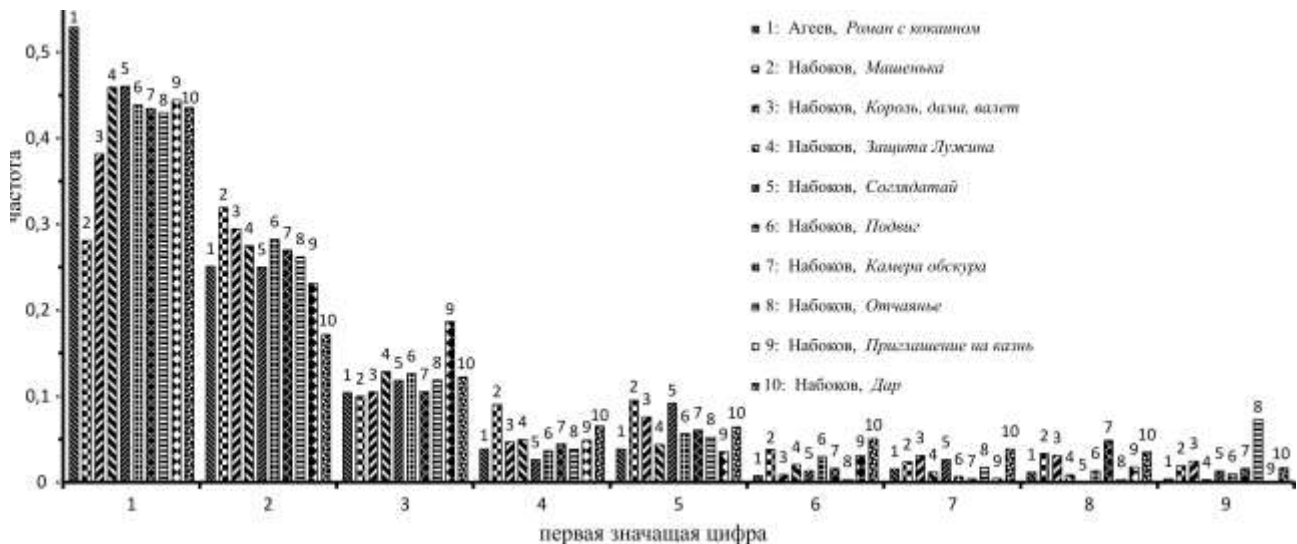


Рис. 5. Распределение первых значащих цифр числительных в «Романе с кокаином» Агеева и русскоязычных произведениях Набокова

Разумеется, сравнение распределений не может основываться только на выявлении субъективных визуальных сходства и различий между ними. Нами применен непараметрический U -критерий Манна-Уитни. Нулевая гипотеза H_0 , утверждающая отсутствие значимых различий в рассмотренных распределениях, оказалась отвергнутой и принятой именно в тех случаях, как описано выше. Различие между романами Набокова оказалось незначимым, а «Роман с кокаином» Агеева значимо отличается от каждого из них.

Итак, статистический метод, основанный на подсчете первых значащих цифр числительных, способен ответить на вопрос об авторстве текста.

Проблема «Тихого Дона». Другой известной проблемой атрибуции текстов является вопрос об авторстве романа «Тихий Дон» и, шире, всего литературного наследия М.А. Шолохова. Имеются веские аргументы в пользу версии о плагиате и некоторые доводы против нее. Роман содержит восемь частей, объединенных в четыре книги. Лингвистическое и статистическое изучение романа обнаружило крайнюю неоднородность текста; авторство первых частей (или, по крайней мере, их литературной первоосновы, использованной Шолоховым) многими специалистами приписывается писателю Ф.Д. Крюкову, хотя есть и другой кандидат – В.А. Краснушкин, а в тексте последующих частей усматривают стиль А.С. Серафимовича, Б.А. Пильняка, А.А. Фадеева (неисчерпывающий список). Высказывалось

мнение и о том, что сомнительно авторство не только «Тихого Дона»; но и «Поднятая целина» и «Они сражались за Родину» также написаны не Шолоховым [17].

Не вдаваясь подробно в филологический обзор состояния проблемы, приведем результаты статистического исследования в рамках нашей методологии.

Во-первых, нами проведен статистический анализ трех романов Шолохова (Рис. 6). Распределение первых значащих цифр числительных в «Тихом Доне», с одной стороны, и двух других романах Шолохова («Поднятая целина», кн. I и II, «Они сражались за Родину»), с другой стороны, очень различно, при том, что обычно это распределение характерно для автора.

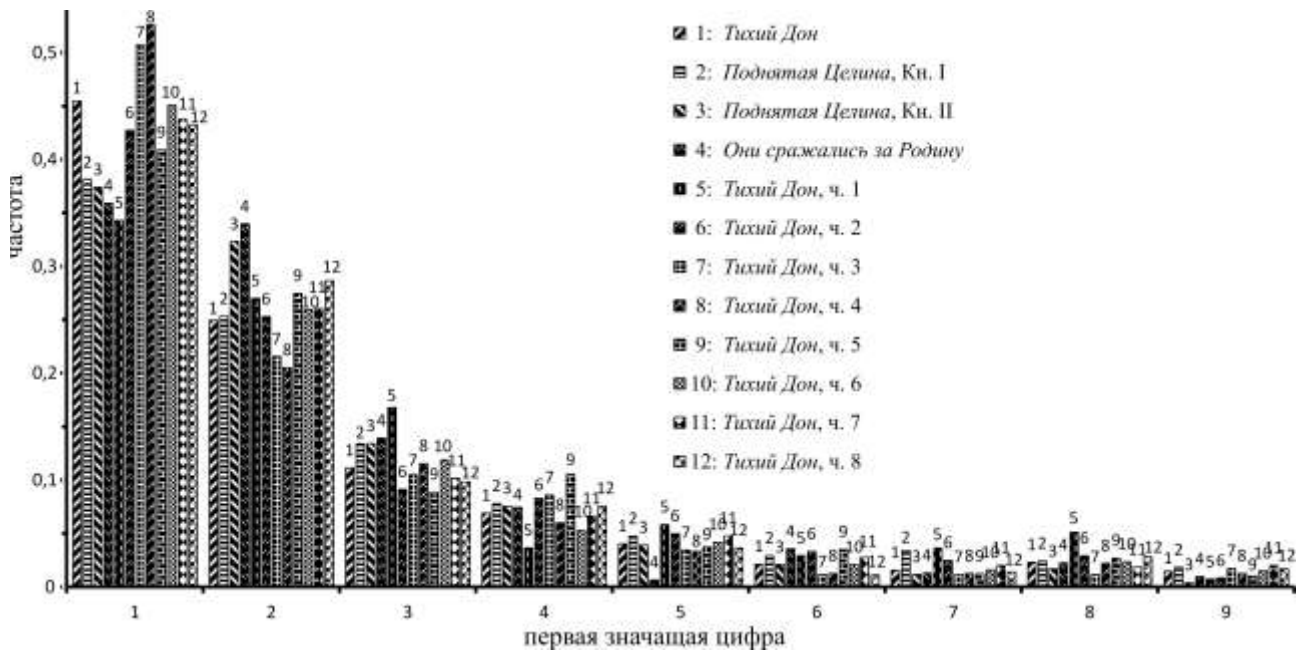


Рис. 6. Распределение первых значащих цифр числительных в романах Шолохова «Тихий Дон», «Поднятая целина», «Они сражались за Родину»

Данный результат сделал необходимым более детальный анализ восьми частей «Тихого Дона» по отдельности. Результаты анализа показывают, что «Поднятая целина» и «Они сражались за Родину» могли быть написаны одним автором, но, вероятно, «Тихий Дон», во-первых, имеет другое авторство, и, во-вторых, это авторство неединоличное.

Эти выводы согласуются с кратко описанными выше результатами, полученными другими (в основном, филологическими) методами.

Итак, бенфордовский анализ может быть полезен при исследовании вопроса об авторстве текстов.

Творчество Николая Островского. Особенности возникновения текстов Николая Островского также давали повод усомниться в его авторстве. Известно много людей,

принимавших участие в подготовке его книг: от переписывания рукописей до глубокой литературной правки первоначальных текстов. Ссылаясь на свидетельство самого Островского о большой помощи в работе над текстом романа «Как закалялась сталь», оказанной ему писательницей Анной Караваевой, некоторые приписывают ей чуть ли не авторство этого текста.

На рис. 7 представлен сопоставительный статистический анализ текстов Островского и Караваевой. Под названием «Караваева, Т. 1» фигурируют тексты, вошедшие в 1-й том 5-томного собрания сочинений А. Караваевой [18]; «Родина» – это трилогия («Огни», «Разбег», «Родной дом»), занимающая т. 3 и 4 данного собрания сочинений [19, 20]. Заметим, что тексты Караваевой крайне однородны с точки зрения статистики употребления числительных, при этом они существенно отличаются от текстов Островского (в т.ч. и по U -критерию Манна-Уитни).

Гипотеза об основополагающей роли Караваевой в подготовке текстов Островского не подтверждается. Разумеется, этим не доказывается авторство самого Островского.

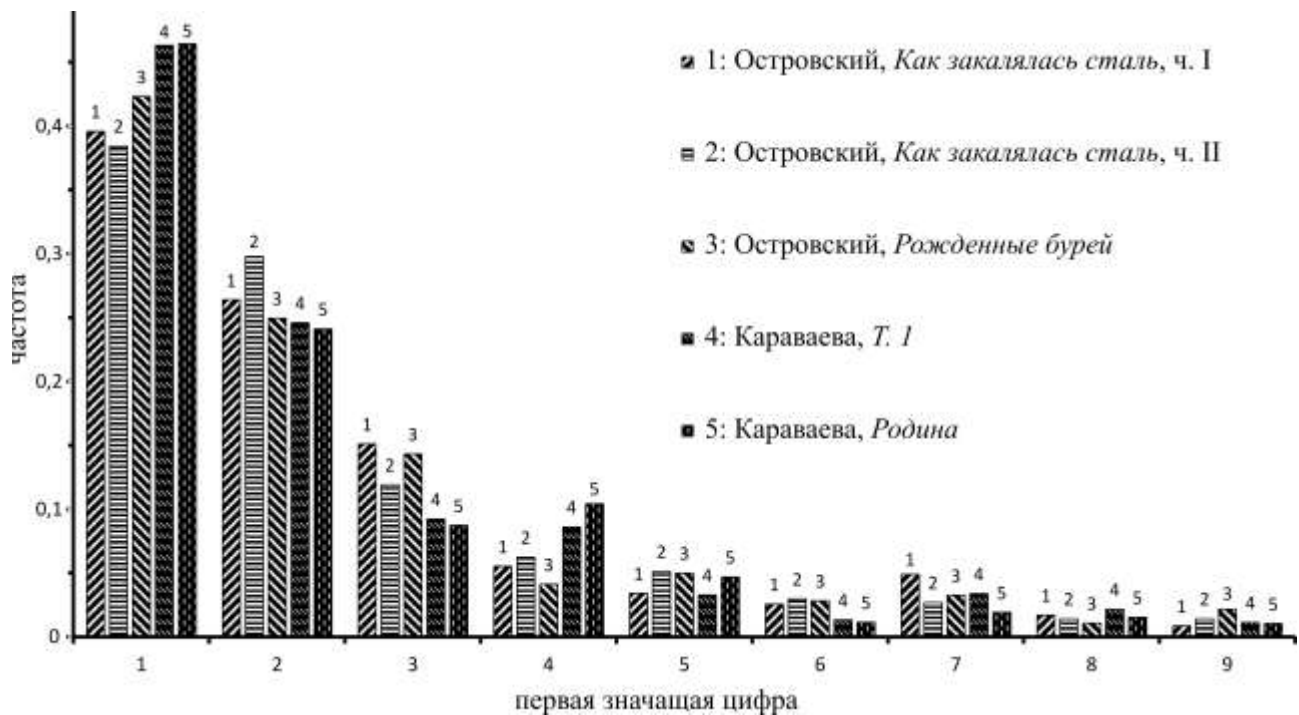


Рис. 7. Распределение первых значащих цифр числительных в романах Николая Островского «Как закалялась сталь», «Рожденные бурей» и в текстах Анны Караваевой

Проверка методологии: ранняя проза Н.А. Некрасова. Интересную возможность проверки нашей идеи о связи авторства текста с его статистическими характеристиками предоставляют романы "Три страны света" и «Мертвое озеро» написанные Н.А. Некрасовым,

несравненно более известным как поэт, в начале его литературной карьеры совместно с А.Я. Панаевой и впервые опубликованные в 1848–1849 и 1851 гг., соответственно.

Рукописи романов не сохранились, поэтому в вопросе о распределении труда между соавторами значимы их собственные свидетельства. В "Воспоминаниях" Панаевой сообщается, что в написании романа "Три страны света" принимали участие оба – и Некрасов, и она; что же касается «Мертвого озера», то участие Некрасова ограничилось разработкой сюжета и написанием незначительной части текста. Руководствуясь филологическими соображениями, литературоведы, вопреки свидетельству Панаевой, усматривают в обоих романах существенную часть текста, написанную Некрасовым (с указанием конкретных глав) [21, 22].

Нами выполнен подсчет частот различных первых значащих цифр числительных в частях каждого из романов, приписываемых литературоведами конкретным авторам (Некрасов, Панаева), и, для сравнения, аналогичный анализ для «Воспоминаний» Панаевой и ранних прозаических произведений, единоличным автором которых является Некрасов (Рис.8).

Некоторые выводы:

1) Распределение первых значащих цифр числительных в частях «Мертвого озера», приписываемых Некрасову и Панаевой, в целом схоже и сопоставимо с результатами для части «Трех стран света», приписываемой Панаевой. Для «Воспоминаний» Панаевой получены похожие результаты.

2) Распределение первых значащих цифр числительных в части «Трех стран света», приписываемой Некрасову, существенно отличается от трех указанных выше распределений, но схоже с результатами для ранней художественной прозы Некрасова. Не исключено участие Панаевой в написании и этой части романа.

3) Отсюда следует, что разные части «Мертвого озера», вероятно, написаны одним автором, а именно – Панаевой, а разные части «Трех стран света», действительно, имеют разное авторство.

4) Итак, нет оснований не доверять Панаевой в ее свидетельстве о процессе написания двух ее совместных с Некрасовым романов.

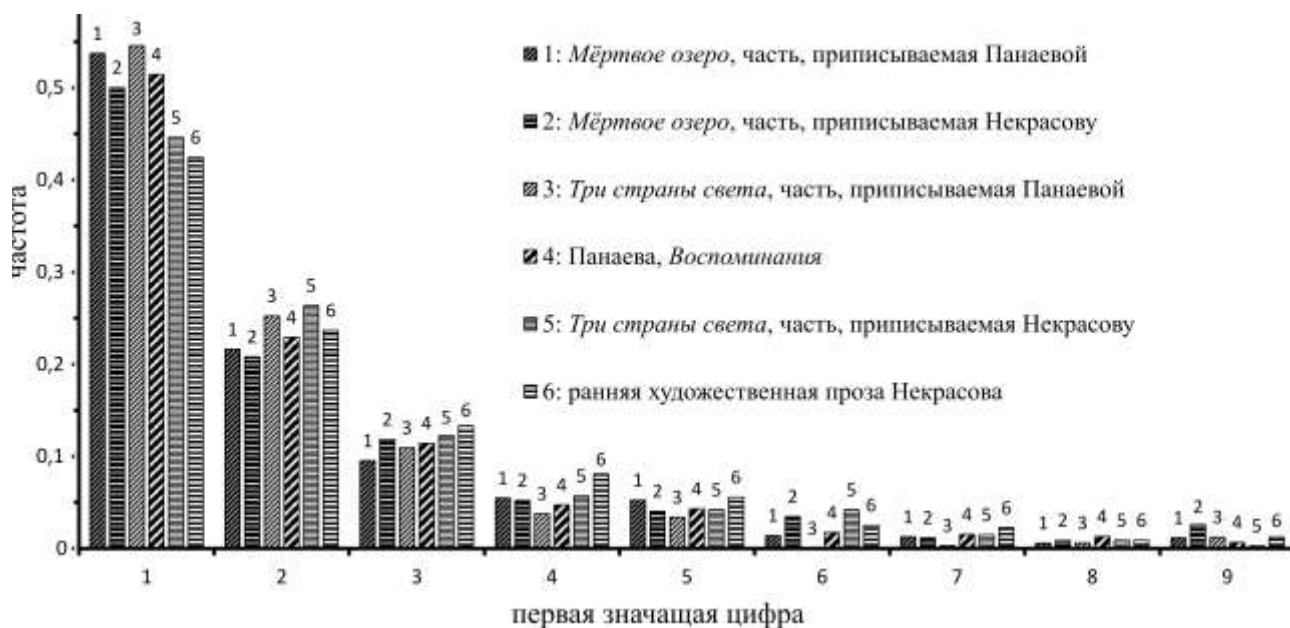


Рис. 8. Распределение первых значащих цифр числительных в текстах Некрасова и Панаевой

4

Мы полагаем, что разработанная нами методология может быть полезным дополнением к традиционным стилеметрическим практикам учета длины предложений, длины слов, частот употребления служебных слов и определенных знаменательных частей речи и т.д. [24].

Заключение

1) Закон Бенфорда приближенно выполняется для связных текстов.

2) Отклонения от закона Бенфорда являются статистически значимыми устойчивыми авторскими особенностями. Существенное различие этих отклонений позволяет при некоторых условиях (главное из которых – достаточная длина) различить тексты разных авторов. Разумеется, сходство этих отклонений для нескольких текстов еще не означает тождественности их авторства.

3) Фактическая частота появления обычно превышает вероятность согласно закону Бенфорда для значащих цифр 1, 2, 3; для последующих цифр ситуация обратна. Распределение цифр конца ряда {1, 2,...,8, 9} подвержено сильным флуктуациям и непоказательно.

⁴ В текст, обозначенный на рисунке 7 как ранняя художественная проза Некрасова, включены «Повесть о бедном Климе», «Жизнь и похождения Тихона Тростникова», «Сургучов», «Тонкий человек, его приключения и наблюдения», «В тот же день часов в одиннадцать утра...» [23].

Литература:

1. Benford F. The law of anomalous numbers. *Proceedings of American Philosophical Society*. 1938. Vol. 78. No. 4. Pp. 551–572.
2. Hill T. P. A Statistical Derivation of the Significant-Digit Law. *Statistical Science*. 1995. Vol. 10. Pp. 354–363.
3. Berger A., Hill T. P. *An Introduction to Benford's Law*. Princeton: Princeton University Press, 2015.
4. Nigrini M. J. *Benford's Law: applications for forensic accounting, auditing, and fraud detection*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012.
5. Roukema B. F. A first-digit anomaly in the 2009 Iranian presidential election. *Journal of Applied Statistics*. 2014. Vol. 41. No. 1. Pp. 164–199.
6. Pain J.-C. Regularities and symmetries in atomic structure and spectra. *High Energy Density Physics*. 2013. Vol. 9. No. 3. Pp. 392–401.
7. Biau D., The first-digit frequencies in data of turbulent flows. *Physica A*. 2015. Vol. 440, Pp. 147–154.
8. Hill T. P., Fox R. F. Hubble's Law Implies Benford's Law for Distances to Galaxies. *Journal of Astrophysics and Astronomy*. 2016. Vol. 37. No. 4. 8 pages.
9. Sambridge M., Tkalčić H., Arroucau P. Benford's Law of First Digits: from Mathematical Curiosity to Change Detector. *Asia Pacific Mathematics Newsletter*. 2011. Vol. 1. No. 4. Pp. 1–6.
10. Andriotis P., Oikonomou G., Tryfonas T. JPEG steganography detection with Benford's Law. *Digital Investigation*. 2013. Vol. 9. No. 3–4. Pp. 246–257.
11. Alves A. D., Yanasse H. H., Soma N. Y. Benford's Law and articles of scientific journals: comparison of JCR and Scopus data. *Scientometrics*. 2014. Vol. 98. Pp. 173–184.
12. Зенков А. В. Отклонения от закона Бенфорда и распознавание авторских особенностей в текстах // Компьютерные исследования и моделирование. 2015. Т. 7, вып. 1. С. 197–201.
13. Русская романтическая новелла / Сост., подгот. текста, вступ. статья и примеч. А. Немзера. – М.: Худож. лит., 1989. – 384 с. (Классики и современники. Рус. классич. лит-ра).
14. Очарованные Книгой. Русские писатели о книгах, чтении, библиофилах. М.: Книга, 1982.
15. Под чистыми звездами. Советский рассказ тридцатых годов / Сост. Д. Г. Терентьева. – М.: Московский рабочий, 1983.
16. Сорокина М. Ю., Суперфин Г. Г. «Был такой писатель Агеев...»: версия судьбы или о пользе наивного биографизма // Минувшее: Исторический альманах. Вып. 16. М., СПб.: Феникс-Атенеум, 1994. С. 265–289.

17. Новое о Михаиле Шолохове: Исследования и материалы / Ф.Ф. Кузнецов и др. (ред.). М.: ИМЛИ РАН, 2003.
18. Караваева А.А. Собрание сочинений в пяти томах. М.: ГИХЛ, 1957. Т. 1 – 588 с.
19. Караваева А.А. Собрание сочинений в пяти томах. М.: ГИХЛ, 1957. Т. 3 – 546 с.
20. Караваева А.А. Собрание сочинений в пяти томах. М.: ГИХЛ, 1957. Т. 4 – 776 с.
21. Некрасов Н.А. Три страны света. Ярославль: Верхне-Волжское книжное издательство, 1965.
22. Некрасов Н.А. Мертвое озеро. Полное собрание сочинений и писем в пятнадцати томах, Том 10 книга I, Л.: Наука, 1985.
23. Некрасов Н.А. Художественная проза. Незаконченные романы и повести 1841–1856 гг. Полное собрание сочинений и писем в пятнадцати томах, Том 8. Л.: Наука, 1984.
24. Ryabko B., Astola J., Malyutov M. *Compression-Based Methods of Statistical Analysis and Prediction of Time Series*. Springer International Publishing Switzerland, 2016.

Andrey Zenkov

**Associate Professor of Controlled Systems Modeling Department
in Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin
Yekaterinburg, Russia**

Larisa Sazanova

**Associate Professor of the Department of Statistics, Econometrics and Informatics
in Ural State University of Economics
Yekaterinburg, Russia**

Aleksey Krivo

**Student in Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin
Yekaterinburg, Russia**

Nikita Ustalov

**Student in Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin
Yekaterinburg, Russia**

COMPUTER MODELLING AND ATTRIBUTION OF TEXTS

Abstract. A new method is proposed of statistical analysis in textology. The distribution is studied of the frequencies of the various first significant figures in the numerative co-authored Russian-language texts. It is shown that these frequencies approximately correspond to the Benford's law with a sharp predominance of the «one» fraction. Deviations from the Benford's law are statistically stable author's features, allowing under certain conditions to investigate the question of authorship, in particular, to distinguish texts of different authors. The end numeral of the series distribution {1, 2, ..., 8, 9} is subject to strong fluctuations and is not indicative. The proposed approach is illustrated and the conclusions are supported by examples of computer analysis of M. Ageyev, V. Nabokov, M. Sholokhov, N. Nekrasov, and others. The results are based on the nonparametric Mann-Whitney U-criterion.

Keywords: Benford law; the first significant digit; stylometry; attribution of texts; word processing; the Mann-Whitney test.

Contact

Andrey Zenkov,
Sofya Kovalevskaya Str. 5, T-201, Yekaterinburg, Russia, 620049
+7 (343) 375-47-15
zenkow@mail.ru

Larisa Sazanova
8th of March Str., 62, Yekaterinburg, Russia, 620014,
+7 (343) 221-27-61
sazanovalarisa@rambler.ru

Aleksey Krivo
Sofya Kovalevskaya Str. 5, T-501, Yekaterinburg, Russia, 620049
+7 (343) 375-47-15
a.v.zenkov@urfu.ru

Nikita Ustalov
Sofya Kovalevskaya Str. 5, T-501, Yekaterinburg, Russia, 620049

Интернет-журнал «e-FORUM»
<http://www.eforum-journal.ru>

№ 1 (1) (сентябрь-декабрь 2017)
e-forum@usue.ru, eforum-j@mail.ru

+7 (343) 375-47-15

a.v.zenkov@urfu.ru