

© М.А. Гузев, Е.Ю. Никитина\*

## Ранговый анализ Уголовного Кодекса РФ (на примере экономических преступлений)

В работе предпринята попытка формализации оценки качества изменений, проводимых при составлении законов. Предлагаемый подход основан на рассмотрении Уголовного Кодекса Российской Федерации как лингвистической системы, для анализа качественной структуры которой предлагается использовать ранговое распределение частот наказаний. На примере экономических преступлений показана возможность реализации предложенной идеи, приведены сравнительные характеристики различных моделей ранговых распределений, обосновывается выбор модели рангового распределения в рамках подхода В.П. Маслова.

Ключевые слова: закон Ципфа, ранговое распределение, частотный словарь.

### 1. Ранговые распределения

Современный уровень развития информатики и информационных технологий требует решения различных задач формализации, связанных с извлечением дополнительной информации в области речевой и текстовой (документационной) коммуникации людей. Традиционно изучением текстов различного рода занимается лингвистика, которая в широком смысле может пониматься как часть семиотики – науки о знаках и знаковых системах. При исследовании текста он представляется как список вхождений некоторого слова (знака), а также всех его производных (словоформ). К настоящему времени для количественного исследования знаковых систем широко используется метод ранговых распределений.

Ранговое распределение – упорядоченная в порядке убывания по частоте появления совокупность наименований элементов. Впервые ранговое распределение получил в 1913 году немецкий ученый-физик Феликс Ауэрбах. На основе обширного фактического материала он выявил следующую зависимость между численностью населения города и его рангом (номером) в иерархии городских поселений:

$$P_N = \frac{P_1}{N}, \quad (1)$$

где  $P_N$  – численность населения города  $N$ -го ранга;  $P_1$  – численность населения города 1-го ранга (город с максимальным количеством жителей) (см., например, [1]). Закон Ауэрбаха не получил широкой известности, однако, вскоре закономерности поведения характеристик явлений и объектов, формализуемые с помощью соотношения (1), были вновь найдены в других областях человеческой деятельности.

\*Институт прикладной математики ДВО РАН, 690041, Владивосток, ул. Радио, 7; Институт математики и компьютерных наук ДВГУ, 690950, Владивосток, ул. Суханова 8. Электронная почта: guzev@iam.dvo.ru, nikitina@imcs.dvgu.ru

В 1949 году гарвардский профессор филологии Джордж Кингсли Ципф сформулировал принцип наименьших усилий, который, фактически, являлся вновь открытым принципом Парето (1897 г.): ресурсы (люди, товары, время, знания или любой другой источник продукта) самоорганизуются так, чтобы свести к минимуму затраченную работу. При этом в пределах 20–30% любого ресурса достигается 70–80% результатов деятельности, выполняемой на основе этого ресурса [2].

В дальнейшем ранговые распределения использовались для изучения данных о структуре народонаселения, состоянии промышленности и т.п. Например, анализ статистики всех браков, заключенных в 1931 году в 20-ти кварталах города Филадельфия показал, что 70% браков было заключено между людьми, проживавшими друг от друга на расстоянии, не большем 30% протяженности соответствующего квартала. Следует заметить, что Ципф объяснил отсутствие порядка на рабочем столе, сформулировав другой закон: вещи находятся настолько близко от нас, насколько часто мы ими пользуемся [2].

Ципф предположил, что устойчивый, равновесный характер закона наименьшего усилия складывается из компромисса между двумя противоположными тенденциями во взаимоотношении между отдельным индивидом и обществом в целом. Человек стремится затратить как можно меньше усилий для достижения своих целей, а целью общества является активизация его деятельности в интересах общества. В частности, для языкового общения это означает, что говорящий стремится истратить как можно меньше слов и быть понятным, а слушающие требуют как можно более разнообразного текста, чтобы облегчить себе его понимание [3]. Ципф построил ранговые распределения слов разнообразных текстовых документов и представил полученные результаты как эмпирическое доказательство своего открытия. Он экспериментально показал, что если для какого-нибудь довольно большого текста составить список всех слов, которые встретились в нем, а потом ранжировать эти слова в порядке убывания частоты их появления в тексте, то для любого слова произведение его ранга и частоты появления будет величиной постоянной:

$$\omega \cdot r = c, \quad (2)$$

где  $\omega$  – частота встречаемости слова в тексте;  $r$  – ранг слова в списке слов;  $c$  – эмпирическая постоянная величина (коэффициент Ципфа).

Распределение (2) показывает, что человек, исходя из принципа наименьших усилий, строит текст из часто повторяемых им слов (имеющих небольшие ранги в словаре), и не тратит силы на поиск новых, менее часто употребляемых, с большими рангами. Говоря современным «компьютерным» языком, происходит обращение к «оперативной памяти, а не к долговременной».

Если сравнивать письменный язык с кодированием, где все знаки должны иметь определенную «стоимость», определяемую частотой появления слова в тексте, то закон Ципфа можно объяснить тем, что, создавая художественное произведение, человек интуитивно стремится к оптимальному (с точки зрения кодирования) представлению информации – чтобы каждый символ (знак) переносил максимальное количество информации.

Количество информации в сообщении принято выражать через информационную энтропию – меру неопределённости появления какого-либо символа первичного алфавита сообщения. Мера количества информации в передаваемом сообщении вычисляется через энтропию  $H_b(S)$  источника информации с исходным алфавитом  $S = \{a_1, \dots, a_n\}$ , основание системы кодирования  $b$  и дискретное распределение вероятности  $p_i = p(a_i)$  появления символа (знака)  $a_i$  в сообщении:

$$H_b(S) = - \sum_{i=1}^n p_i \cdot \log_b p_i,$$

Информационная энтропия сообщения максимальна, если элементарные символы в этом выражении встречаются в среднем одинаково часто. Реальные тексты довольно редко удовлетворяют закону Ципфа в точности. На практике не удавалось наблюдать статистически однородные ансамбли текстов, т.е. такие наборы текстов, в которых слова встречались с одинаковым распределением частот. Еще хуже описываются зависимостью типа Ципфа случайные выборки (случайным образом отобранные части целостного текста или, наоборот, конгломераты таких текстов). Оказалось, что если закон Ципфа хорошо выполняется на некотором объекте (тексте), то на произвольно выбранных частях этого объекта он, в общем случае, не будет выполняться.

В 1952 г. в своей докторской диссертации Бенуа Мандельброт представил результат соединения теории информации, психолингвистики и теории вероятностей в виде законов статистической структуры языка. Исследуя задачу оптимального кодирования, Мандельброт уточнил формулу Ципфа (2), введя в нее дополнительные параметры (новую формулу назвали законом Ципфа – Мандельброта). Это позволило приблизить данную зависимость к реально наблюдаемым данным. Закон Ципфа – Мандельброта постулирует, что исходя из требований минимальной стоимости сообщений, частота появления знака в сообщении  $\omega$  обратно пропорциональна его рангу  $r$  в некоторой степени  $\gamma$  для словаря:

$$\omega = \frac{c}{r^\gamma}, \quad (3)$$

где  $\gamma$  – величина (близкая к единице), которая зависит от свойств текста [4]. Справедливость выполнения закона для исследуемого текста соответствует его некоторой сбалансированности и системности [5]. В [6] показано, что стабильная, сбалансированная лингвистическая система имеет в ранговом распределении (3) показатель степени  $\gamma$  в пределах от 0,5 до 1,5.

Отметим, что в разных областях знаний ранговые зависимости применяются в модифицированных видах. Например, для лучшего описания частотных распределений таких разнообразных величин как интенсивности излучения галактик, размеров запасов месторождений нефти в США, размеров городов мира, дневных колебаний цен на рынках Forex, количества цитат самых известных физиков и др. была использована модификация закона Ципфа – Мандельброта [7]. В биологических системах и эконометрике Дж. Юлом предложена модификация закона Ципфа [8]:  $\omega = ab^\gamma r^{-\alpha}$ .

В данной работе метод ранговых распределений используется для анализа качества Уголовного кодекса РФ на примере преступлений в сфере экономики. Общая идея решения этой задачи состоит в рассмотрении кодекса как текстового документа, для исследования которого предполагается воспользоваться методом ранговых распределений. Ясно, что при решении задачи потребуется построение соответствующих эмпирических зависимостей частоты от ранга и подбор аппроксимирующих функций. Поэтому принципиально важным является указание общих принципов записи ранговых распределений в ситуации общего положения. В связи с этим следует указать подход, предложенный В.П. Масловым.

В период с 2003 года по 2009 год он опубликовал цикл работ [9], который открывает новый этап для исследователей в понимании внутренней природы ранговых распределений и возможностей их применения для анализа явлений в различных предметных областях. Возможности этого подхода В.П. Маслов продемонстрировал на примере решения задач лингвистики, экономики. Мы воспользуемся подходом В.П. Маслова при лингвистическом анализе Уголовного кодекса РФ. Однако предварительно остановимся на общих идеях этого подхода.

## 2. Подход В.П. Маслова (на примере лингвистики)

Пусть имеется словарь, в котором указаны частоты встречаемости каждого слова. Если выбирать в нём слова случайным образом, то какова вероятность попасть на слово с задан-

ной частотой? При таком рассмотрении частота  $\omega_i$  выступает в роли случайной величины, а число слов  $n_i$  с этой частотой — в роли число выпадений этой случайной величины. Тот факт, что слова с одним и тем же числом встречаемости можно переставлять как угодно — соотношение между частотами и числом слов не изменится — напоминает квантовое распределение для бозе-частиц по уровням энергии при условии, что все варианты расположения частиц по уровням равновероятны. Тогда  $\omega_i$  является аналогом уровня энергии номером  $i$ ,  $n_i$  — число частиц, расположенных на этом уровне. Аналогом энергии системы всех частиц является объём массива текстов  $\sum \omega_i n_i$ , из которых составлен словарь с объёмом слов  $N = \sum n_i$ . Однако на самом деле из лингвистических соображений нужно учитывать более подробный виртуальный текст [10].

Язык предоставляет возможность эффективно кодировать сообщения, тем самым экономия материальные ресурсы. Хорошо известны два приёма — использование слов-заместителей (местоимений) и пропуск легко подразумеваемого слова (эллипсис). Носители языка легко справляются с задачей анафорики — восстановления заменяемых слов и эллипсиса. Проведя процедуру анафорики, можно точно подсчитать длину восстановленного текста и сравнить реальные и восстановленные (виртуальные) частоты одних и тех же слов. Очевидно, что в виртуальном тексте частота встречаемости слов увеличивается тем больше, чем больше исходная частота. Простейшую параметризацию для виртуальной частоты встречаемости  $\tilde{\omega}$  В.П. Маслов в [10] предлагает выбрать в виде:

$$\tilde{\omega}_i = i(1 + \alpha \cdot i^\gamma). \quad (4)$$

Тогда виртуальный объём текста равен  $\sum_{i=1}^k n_i \cdot \tilde{\omega}_i$ . В.П. Масловым доказана теорема [12–14]: если варианты  $\{n_i\}$  равноправны для словаря с полным объёмом слов  $N$  и объёмом текста  $E$ , то ранг  $r_l$  для  $l$ -го слова вычисляется по формуле

$$r_l = \sum_{i=1}^l \frac{1}{e^{\beta \tilde{\omega}_i + \sigma} - 1}. \quad (5)$$

Для реального текста после подстановки  $\tilde{\omega}$  (4) в (5) и перехода от суммирования к интегрированию при  $N \rightarrow \infty, \beta \rightarrow 0, \sigma = 0$ , формула (5) преобразуется к виду:

$$r_l \cong \ln \frac{\omega^\gamma}{1 + \alpha \cdot \omega^\gamma} + c. \quad (6)$$

В [10] доказано, что закон Ципфа сильно огрубляет ранговое соотношение и требует большого объёма частотного словаря. Тогда как формула (6) хорошо аппроксимирует эмпирическую кривую зависимости частоты встречаемости слова от ранга как для всего словаря, так и для отдельных его частей. Ясно, что при  $\omega \rightarrow \infty$  соотношение (6) переходит в закон Ципфа – Мандельброта.

Если рассматривать текст в широком смысле, как способ, объективного отражения реальности, то можно исследовать не только художественные произведения, но также и более формальные семиотические структуры. В [10–16] показано, как полученный закон для частотных словарей можно распространить на другие семиотические системы. Знаки как объекты семиотики могут быть разных типов, но имеют основное объединяющее их свойство – повторяемость в данном социуме. Примеры знаковых систем указаны в [10, 11]:

- для рынка товаров марка автомобиля – знак. Список марок – есть словарь знаков;
- для фондового рынка «японская свеча» (описание колебаний цены одной акции) – знак. «Японские свечи», объединённые в классы с точностью до 0.2% – словарь знаков;
- город, отмеченный на карте, есть знак. Совокупность всех городов какого-либо государства есть словарь городов;

– в библиотеке книга с определенным названием есть знак. Каталог книг есть словарь знаков;

– сайт в Интернете – тоже есть знак. Каталог сайтов есть словарь знаков;

– каждая статья Уголовного кодекса – знак. Весь Уголовный кодекс – словарь знаков.

Символ, никем кроме автора, не использующийся, не является знаком. Пример «незнаков» — «заумь» русских футуристов.

В.П. Масловым в рамках предложенного им метода были получены решения для задач оптимизации цены при покупке товаров длительного пользования (на примере авторынка), выбора оптимального времени покупки или продажи акций на фондовом рынке (на примере «японских свечей») [11].

### 3. Трудности разработки критериев оценки законов

В [11] введено понятие для участников коммуникативных семиотических систем — генератор и потребитель. Генератор текста — автор, потребитель — читатель. Генератор на рынке — тот, кто устанавливает цены, потребитель — покупатель. В случае с уголовным кодексом генератором выступают законодатели, которые определили меру наказания за конкретные преступления, потребителем является население. В данной работе на основе подхода В.П. Маслова предпринята попытка выполнить анализ раздела российского уголовного кодекса, связанного с экономическими преступлениями. Сначала укажем основные трудности, возникающие при создании эффективных законов.

Во-первых, создавая новый закон, генератор руководствуется объективными данными о примерном количестве совершаемых конкретных правонарушений, на предотвращение которых направлен создаваемый закон, а также субъективными представлениями о справедливости наказания, связанными с уровнем компетенции и другими антропо- и социогенными предпосылками. Будучи созданным с этих позиций, закон не всегда является эффективным, а, значит, общепризнанным, уважаемым и работающим.

Во-вторых, как и другие законы, уголовный закон должен отражать те изменения в жизни общества, государства, которые происходят в стране, и постоянно совершенствоваться. В силу различных причин генераторы-законодатели не успевают модифицировать законы так, чтобы они соответствовали произошедшим переменам в обществе, стране и мире.

В-третьих, процесс создания уголовного кодекса — процедура многоступенчатая, работа над отдельными частями документа может проходить параллельно, и не всегда в порядке следования статей и глав. Возникает ситуация, когда процесс порождения текста зависит не только от прошлого, но и от будущего — от той части текста, которая ещё не написана [10]. Перед законодателями при разработке текста документа стоит задача сохранения его соответствия основному закону государства — Конституции РФ, достаточно полного отражения экономических и политических реалий российского общества с одной стороны и соблюдения принципов оптимальной организации, системности документа в другой стороны. Наличие у создаваемого документа сразу всех этих свойств трудно проконтролировать, поэтому мы имеем много примеров того, как неоднозначно трактуются наши уголовные законы на практике, как редко или наоборот, чересчур часто применяются некоторые статьи УК при определении меры наказания.

Поэтому возникает задача разработки объективных формальных критериев качества законов. Анализ языка права заслуживает внимания, потому что точность и четкость правовых актов во многом определяется тем, как законодатель использует в своей деятельности язык права, а это в свою очередь определяет природу законодательства, его принятие и уважение в обществе [17].

## 4. Уголовный Кодекс как лингвистическая система в языке права

Структурно уголовные кодексы в различных системах права состоят из двух частей — Общей и Особенной. В Общей части содержатся нормы, определяющие: задачи и принципы уголовного права, основания уголовной ответственности и освобождения от нее; пределы действия уголовных законов, дана система наказаний, общие и специальные основания назначения наказания и освобождения от него и др. С математической точки зрения в Общей части уголовного кодекса сформулирована аксиоматика уголовного права. Эта часть в уголовных кодексах разных стран похожа, хотя имеет небольшие и не принципиальные различия. Особенная часть уголовного кодекса очень специфична для каждой страны и конкретизирует объем и содержание уголовной ответственности применительно к каждому составу преступления — именно эта часть представляет интерес для нашего исследования, так как в большей степени чувствительна к изменению текущей ситуации в обществе.

В соответствии с вышеизложенным подходом рассмотрим Уголовный Кодекс как массив документов, обладающий всеми свойствами и характеристиками обычного текста, состоящий из относительно независимых отдельных частей. Для анализа качества этого документа построим формальную модель на основе рангового распределения частот наказаний, применив описанный выше подход В.П. Маслова. В данной работе мы рассмотрим один раздел Особенной части Уголовного Кодекса Российской Федерации (далее УК РФ), касающийся наказаний за экономические преступления. Для текста этой части кодекса был составлен словарь наказаний, где в качестве знака подразумевалась мера наказания за отдельные преступления. Для проверки введённого ранее критерия «правильности», сформулированного в разделе 1 настоящей статьи, был проведён подсчёт частоты встречаемости каждой меры наказания в тексте кодекса — таким образом, построенный словарь был преобразован в частотный словарь наказаний. Этот словарь по структуре ничем не отличается от частотных словарей художественных текстов, многократно описанных в литературе и успешно подвергавшихся ранговому анализу. По содержанию словаря наказаний можно отметить несколько особенностей.

Во-первых, формальный текст, каким является кодекс, отличается от художественного относительно малым разнообразием словоформ — меры наказания в тексте разных статей употребляются в одном и том же падеже и числе, поэтому формирование словаря знаков происходит проще по сравнению с художественным текстом.

Во-вторых, анафорика в уголовном кодексе тоже имеет свою специфику, многие статьи кодекса содержат ссылки на меры наказаний, сформулированные для похожих составов преступлений — здесь работает описанный в п. 1 настоящей статьи принцип наименьших усилий Ципфа.

В-третьих, в отличие от художественного произведения, которое для читателя автор представляет в законченном и уже неизменном виде, кодекс подвергается постоянным изменениям, причём эти изменения могут происходить как в сторону добавления, так и в сторону удаления некоторых частей текста. За время действия УК РФ (с 1996 по настоящее время) было принято несколько десятков законов, внёсших в него более 300 поправок. Так, например, некоторые части статей УК РФ в новой редакции считаются утратившими силу (ст. 161 пп. 2, 3, ст. 163 п. 4, ст. 166 п. 3, ст. 171 п. 3 — исключены пункты, содержащие более строгие меры наказания за повторное и неоднократное совершение преступлений указанных в этих статьях составов). Накануне 2010 года была опубликована информация о введении новой меры наказания — ограничения свободы, в связи с этим изменяется текст статей, по которым предусмотрена эта мера наказания. С лингвистической точки зрения это означает, что изменится и частотный словарь наказаний — появится новый знак словаря со своей частотой, а так как новая мера наказания заменяет некоторые старые наказания, то

последние в тексте кодекса будут встречаться реже. Таким образом, частота встречаемости наказания может не только расти, но и уменьшаться.

## 5. Выбор модели рангового распределения для словаря наказаний

Изложим результаты построения рангового распределения и составления частотного словаря наказаний в соответствии с описанным в п. 4 статьи подходом для 47 статей Раздела VIII «Преступления в сфере экономики» Особенной части УК РФ в редакции 1996 и 2009 годов. Ниже приведена часть таблицы, в которой отражены меры наказания, подвергавшиеся изменениям:

Таблица 1. Часть словаря наказаний

Мера наказания	Частота 1996	Частота 2009
обязательные работы до 180 часов	4	5
лишение свободы от 2 до 6 лет+штраф до 80 тыс или доход за 6 мес	4	5
штраф до 300 тыс	–	5
доход до 2 лет	–	5
лишение свободы до 4 лет	–	5
лишение свободы от 2 до 6 лет	6	6
лишение свободы от 5 до 10 лет	7	6
лишение свободы от 3 до 8 лет	7	6
лишение свободы от 7 до 12 лет+штраф до 1 млн. или доход до 5 лет	–	6
штраф до 120 тыс	–	8
доход до 1 года	–	8
лишение свободы от 3 до 8 лет+штраф до 500 тыс или доход до 3 лет	8	8
ограничение свободы до 3 лет	–	8
лишение свободы. до 2 лет	9	10
обязательные работы от180 до 240 часов	–	10
исправительные работы от 1 года до 2 лет	10	10
штраф от 100 до 500 тыс	–	10
доход от 1 года до 3 лет	–	11
лишение свободы до 3 лет	–	12
лишение права занимать определённые должности или заниматься указанной деятельностью до 5 лет	11	14
штраф до 200 тыс.	–	15
лишение свободы до 5 лет	11	15

По составленным словарям мер наказаний построены ранговые распределения со следующими эмпирическими характеристиками:

- количество рангов — 23 (1996 г.) и 37 (2009 г.);
- максимальная частота встречаемости — 19 (1996 г.) и 15 (2009 г.).

На этапе подбора теоретической функции для рангового распределения словаря наказаний последовательно был проведён анализ характеристик вышеперечисленных моделей

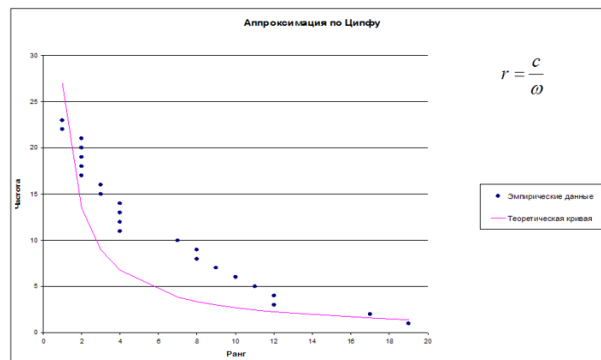
(от классического распределения Ципфа до модели В.П. Маслова). Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты аппроксимации

Модель	1996 год		2009 год	
	Вид функции	Погрешность	Вид функции	Погрешность
Классический закон Ципфа	$r = \frac{27}{\omega}$	102%	$r = \frac{37}{\omega}$	187%
Закон Ципфа – Мандельброта	$r = \frac{18}{\omega^\gamma}$	42%	$r = \frac{35}{\omega^\gamma}$	41%
Закон Маслова	$r = -7.55 \times \ln \left( 1 + \frac{38.2}{\omega^{1.2}} \right) + 28.3$	31%	$r = -7.61 \times \ln \left( 1 + \frac{90}{\omega^{1.8}} \right) + 35$	53%

На рис. 1–3 представлены эмпирические данные и теоретические кривые для различных моделей ранговых распределений.

Рис. 1. Аппроксимация по классическому закону Ципфа



Аппроксимация для исходного словаря наказаний (редакция 1996 г.) по методу В.П. Маслова даёт лучшие по сравнению с классическими моделями результаты. Так как величина погрешности при аппроксимации по методу В.П. Маслова для изменённого словаря наказаний (редакция 2009 г.) увеличилась почти вдвое, был сделан вывод о необходимости изменения параметризации для виртуальной частоты встречаемости  $\tilde{\omega}$  в соотношении (5). Воспользовавшись решением задачи об определении оптимальной цены товара длительного пользования, изложенной в [11], имеем:

$$\tilde{\omega}_i = \omega_i + a\omega_i^\gamma + b\omega_i^{-\sigma}. \quad (7)$$

Проведение аналогии правомерно, так как с точки зрения криминологии понятие виртуальной частоты встречаемости преступления связано с ценой преступления, за которой стоит не только реальный вред, причиненный общественным отношениям, но и различные последствия совершённого преступления в политической, духовной, нравственной, трудовой и семейной сферах жизни человека. Одним из факторов, определяющих её, являются представления создателей законов о примерном количестве совершаемых конкретных правонарушений, на предотвращение которых направлен создаваемый закон, а также понятия о справедливом и адекватном наказании, принятые в обществе.



Рис. 2. Аппроксимация по закону Ципфа – Мандельброта

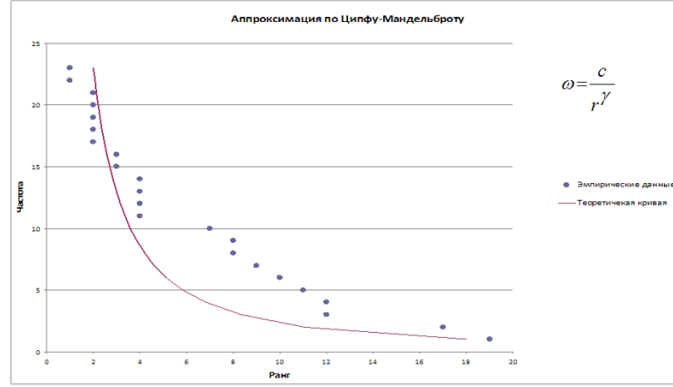
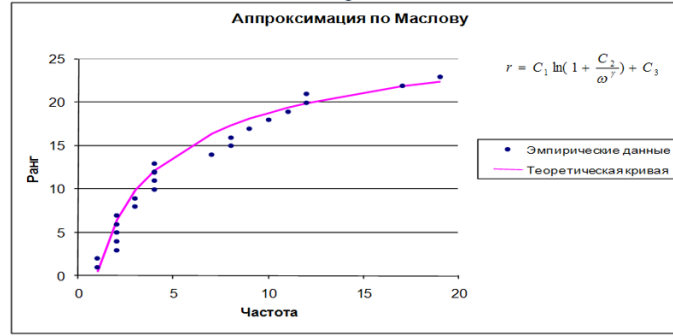


Рис. 3. Аппроксимация по Маслову



Подставляя (7) в (5) и переходя от суммирования к интегрированию при  $N \rightarrow \infty, \beta \rightarrow 0$  имеем формулу для ранга  $r$ [11]:

$$c \int_1^x \frac{d\omega}{\omega(1 + a \cdot \omega^\gamma + b \cdot \omega^{-\sigma})}. \quad (8)$$

Полагая  $\sigma = \gamma$ , вычислим интеграл (8), в результате получаем:

$$r(\omega) = \begin{cases} \frac{c}{\gamma\sqrt{D}} \ln \left| \frac{(2a\omega^\gamma + 1 - \sqrt{D})(1 + \sqrt{D})}{(2a\omega^\gamma + 1 + \sqrt{D})(1 - \sqrt{D})} \right|, D > 0 \\ \frac{2c}{\gamma\sqrt{-D}} \operatorname{arctg} \frac{2a\omega^\gamma + 1}{\sqrt{-D}}, D < 0 \end{cases}, \quad (9)$$

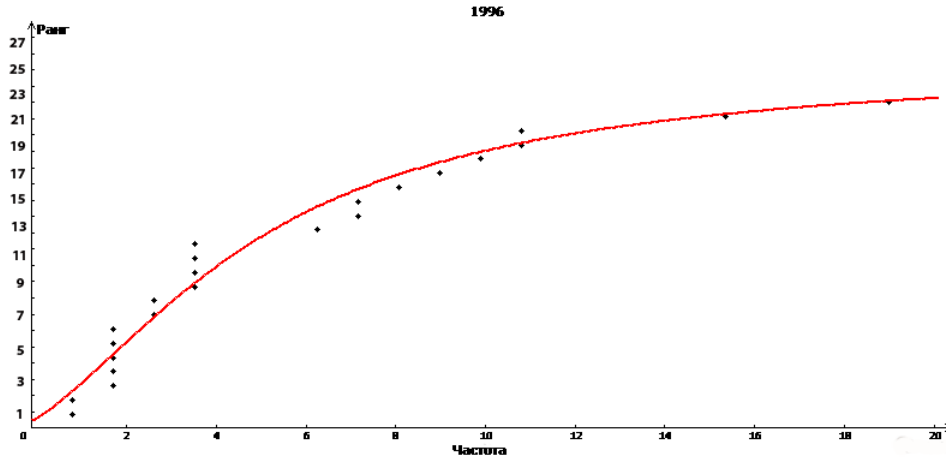
где  $D = 1 - 4ab$ , а коэффициенты  $a$  и  $b$  находятся из условия:  $\left( \frac{1}{\omega_0 + a\omega_0^\gamma + b\omega_0^{-\gamma}} \right)' = 0$ ,  $a = \frac{1}{k\omega_0^\gamma}$ , где  $\omega_0$  — точка перегиба экспериментальной кривой,  $k$  — подгоночный параметр. Выбор одной из двух результирующих функций зависит от положения точки перегиба экспериментальной кривой. Если она находится в области очень малых частот, либо вне области исследуемых значений, тогда значение параметра  $D > 0$  и аппроксимация проводится логарифмической функцией. Если перегиб явно выражен и расположен ближе к средним частотам, что делает кривую S-образной и намного отличающейся от логарифмической, то справедлива вторая формула.

Таблица 3. Характеристики теоретической функции  $r(\omega)$  для словаря наказаний

Характеристика	1996	2009
Аппроксимирующая функция $r(\omega)$	$0.0435 \operatorname{arctg} \frac{4.836\omega^{1.2} + 1}{38.3146}$	$0.0058 \operatorname{arctg} \frac{14.360\omega^{1.4} + 1}{245.965}$
Погрешность аппроксимации	26%	23%

Положение точки перегиба наших экспериментальных данных таково, что значение параметра  $D < 0$ , поэтому в качестве аппроксимирующей функции выбирается арктангенс. Диаграмма частот и аппроксимирующие функции представлены на рис. 4–5.

Рис. 4. Эмпирическая зависимость частоты наказания от ранга (УК РФ 1996 г.)



## 6. Анализ результатов

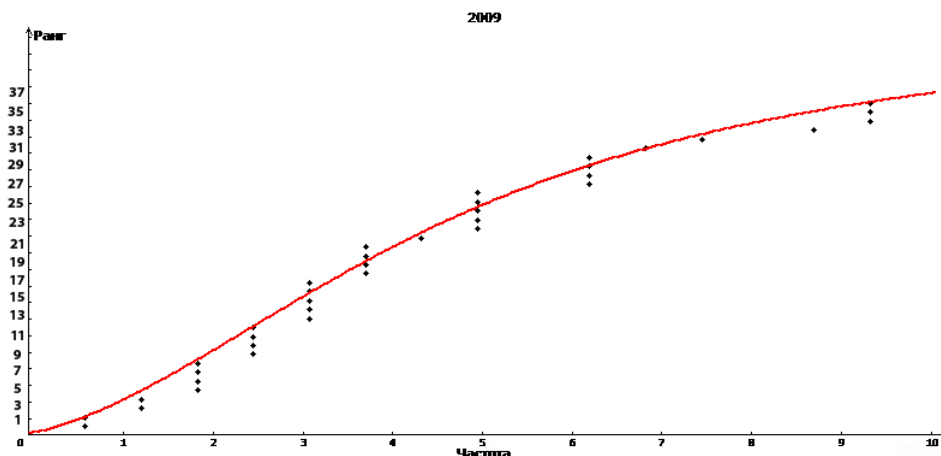
Так как ранговое распределение является степенным законом, имеет смысл провести анализ поведения степенного параметра  $\gamma$ , результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4. Поведение степенного параметра  $\gamma$

Год	Классический закон Ципфа	Закон Ципфа – Мандельброта	Закон Маслова (6)	Закон Маслова (9)
1996	1	0.7	1.2	1.2
2009	1	0.5	1.8	1.4

Как было указано в [6], степенной параметр  $\gamma$  в устойчивой и сбалансированной системе находится в пределах от 0,5 до 1,5. В нашем случае наблюдается соответствие этому правилу. Резкий рост значения  $\gamma$  в модели Маслова для 2009 года можно объяснить неудачным выбором параметризации для частоты встречаемости, проведя замену (4) на соотношение (7), удалось вернуть значение степенного параметра в указанные рамки.

Рис. 5. Эмпирическая зависимость частоты наказания от ранга (УК РФ 2009 г.)



Обратимся к анализу модели с криминологической точки зрения. Из рис. 4 видно, что словарь наказаний 1996 года очень беден: частоты среднего и большого ранга соответствуют тяжёлым наказаниям, связанным с лишением свободы на длительные сроки — их большинство. Этот факт отмечался при обсуждении свойств кодекса широкой общественностью. Большинство статей УК предусматривает меру наказания в виде лишения свободы до 3-х лет, до 6-7-8 лет, без указания низшего предела — ст. ст. 158, ч. 1; 160, ч. 1, или с его указанием — ст. 158 ч. 2, 160 ч. 2 УК РФ, множество видов и мер наказания за одно и то же преступление — так, почти все хищения чужого имущества на сумму до 500 минимальных размеров оплаты труда (ст. 158, 160, 163, ч. 1 и ч. 2 УК РФ) предусматривают в виде наказания штраф, обязательные работы, исправительные работы, арест, лишение свободы.

Задача законодателей состоит в том, чтобы сократить долю санкций в виде тюремного заключения и заменить их мерами, менее ограничивающими свободу, и тем самым снизить жестокость уголовных репрессий, добиться повышения их эффективности, реализовать действие объективного закона «достаточности репрессий» в обществе в целях общей превенции правонарушающего преступного поведения [18].

Частотный словарь наказаний для действующей редакции УК РФ 2009 года выглядит уже иначе. Равномерное заполнение области малых и средних частот на рис. 5 демонстрирует появление новых знаков в словаре наказаний. Столбчатое расположение знаков соответствует одинаковым частотам встречаемости мер наказаний. Многие статьи УК состоят из отдельных частей, которые содержат формулировки похожих составов преступлений, отличающихся по тяжести, меры наказания для этих составов похожи и указываются в интервальном виде, задавая рамки строгости и обеспечивая универсальность применения.

С этих позиций можно утверждать, что имеются области словаря наказаний, подлежащие доработке. Объективность математических построений даёт нам право дать следующие рекомендации — чтобы обеспечить эффективность применения УК РФ, необходимо увеличить словарь наказаний. Это можно сделать двумя способами:

- 1) увеличить количество знаков на одном уровне — то есть, не нарушая существующее разбиение УК на статьи, добавить новые виды наказаний;
- 2) увеличить количество уровней — то есть увеличить количество статей УК за счёт большей детализации составов преступлений.

В заключение отметим, что предпринимаемые законодателями усилия, действительно, изменяют кодекс в лучшую сторону, обеспечивая большее разнообразие наказаний и их адекватность. При этом построенная модель объективно отражает изменения, происходящие при работе над текстом с течением времени, демонстрируя тем самым возможность

анализа применительно к слабо формализуемым объектам гуманитарного профиля, каким можно считать УК РФ.

Работа включает материалы пленарного доклада М.А. Гузева «Ранговый анализ эмпирических данных» на XXXIV Дальневосточной Математической Школе-семинаре имени академика Е.В. Золотова (25–30 июня, 2009 г. Хабаровск, Россия).

## Список литературы

- [1] В. А. Столбов, М. Д. Шарыгин, *Введение в экономическую и социальную географию*, учебное пособие для вузов, Дрофа, М., 2007.
- [2] Richard Koch, *The 80/20 Principle*, Nicholas Brealey Publishing, London, 1997.
- [3] Н. Н. Чурсин, *Популярная информатика*, Техника, К., 1982.
- [4] В. В. Mandelbrot, *The Fractal Geometry of Nature*, Freeman, New York, 1977.
- [5] М. В. Арапов, Е. Н. Ефимова, Ю. А. Шрейдер, “О смысле ранговых распределений”, *Научно-техническая информация*, **2**:1, (1975), 9–20.
- [6] В. И. Гнатюк, *Закон оптимального построения техноценозов*, Вып. 29. Ценологические исследования, Изд-во ТГУ – Центр системных исследований, М., 2005, 384 с.
- [7] J. Laberrere, D. Sornette, “Stretched exponential distributions in nature and economy: «fat tails» with characteristic scales”, *Eur. Phys. J.*, **В 2**, (1998), 525–539
- [8] С. Martindale, А. К. Конопка, “Oligonucleotide frequencies in DNA follow a Yule distribution”, *Computers & Chemistry*, 1996, № 20, 35–38
- [9] *Персоналии. Маслов Виктор Павлович*, База данных Math-Net.Ru, (23.06.2010).
- [10] В. П. Маслов, Т. В. Маслова, “О законе Ципфа и ранговых распределениях в лингвистике и семиотике”, *Математические заметки*, **80**:5, (2006), 718–732.
- [11] В. П. Маслов, *Квантовая экономика*, 2-е изд., доп., Наука, М., 2006.
- [12] В. П. Маслов, “Уточнение закона Ципфа – Мандельброта и лакунарность в идеальном газе”, *Теоретическая и математическая физика*, **147**:3, (2006), 511–512.
- [13] В. П. Маслов, “Об одной общей теореме теории множеств, приводящей к распределению Гиббса, Бозе – Эйнштейна, Парето и закону Ципфа – Мандельброта для фондового рынка”, *Математические заметки*, **78**:6, (2005), 870–877.
- [14] В. П. Маслов, “Нелинейное среднее в экономике”, *Математические заметки*, **78**:3, (2005), 377–395.
- [15] В. П. Маслов, “Уточнение закона Ципфа для частотных словарей и фондовой биржи”, *Докл. РАН*, **5**:5, (2005).
- [16] В. П. Маслов, “Закон «отсутствия предпочтения» и соответствующие распределения в частотной теории вероятностей”, *Математические заметки*, **80**:2, (2006), 220–230.
- [17] Н. Н. Ивакина, *Профессиональная речь юриста*, М., 1997.
- [18] Н. П. Мелешко, Е. Г. Тарло, *Уголовно-правовые системы России и зарубежных стран (криминологические проблемы сравнительного правоведения, теории, законодательная и правоприменительная практика)*, монография, Юрлитинформ, М., 2003.

Представлено в Дальневосточный математический журнал 28 июня 2010 г.

---

*M.A. Guzev, E.Y. Nikitina* The Rank Analysis of the Criminal code (for Economic crimes). Far Eastern Mathematical Journal. 2010. V. 10. № 2. P. 117–129.

#### ABSTRACT

There is an attempt of formalisation of an estimation of quality of the changes of laws is undertaken in this paper. It is offered to present the Criminal code of the Russian Federation as linguistic system and to analyse its quality on a basis of rank distribution of frequency dictionary of criminal punishments for Economic crimes. Comparative characteristics of various models of rank distributions are described, the choice of model within the limits of V.P.Maslov's approach is proved.

Key words: *Zipf law, rank distribution, frequency dictionary.*