

УДК 655.262

*Тарасов Д. А.\**, *Сергеев А. П.*, *Тягунов А. Г.*, *Арапова С. П.*, *Арапов С. Ю.*  
УрФУ, г. Екатеринбург, Россия

## **КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ИЗРЕЗАННОСТИ РИСУНКА ПЕЧАТНОГО ШРИФТА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА СКОРОСТЬ ЧТЕНИЯ**

### *Аннотация*

Для оценки пространственных характеристик шрифтовых рисунков предложено использовать изрезанность — масштабно инвариантный показатель, основанный на идеях фрактальной геометрии. Он чувствителен к форме символов шрифта, которая влияет на разборчивость. Проведенный эксперимент продемонстрировал перспективность применения предложенного показателя для ранжирования шрифтов по скорости чтения.

*Ключевые слова:* показатель, скорость чтения, текст, фрактал, шрифт.

*Tarasov D. A.*, *Sergeev A. P.*, *Tyagunov A. G.*, *Arapova S. P.*, *Arapov S. Y.*  
UrFU, Ekaterinburg, Russia

## **QUANTITATIVE ASSESSMENT OF IRREGULARITY OF PRINTED FONT DRAWING AND ITS IMPACT ON THE READING SPEED**

### *Abstract*

The irregularity, the scale invariant index, based on the ideas of fractal geometry, is proposed to use to assess the spatial features of font's drawings. The indicator suggests sensitivity to the form of characters which affects font legibility. The conducted study showed the promise of applying the offered index for ranking fonts by reading speeds.

*Keywords:* font, text, reading speed, fractal, index.

### **Введение**

Исследования в области разборчивости (*legibility*) и читабельности (*readability*) текстов ведутся на протяжении более ста лет. Они особенно важны для разработки текстовых материалов, предназначен-

---

\* Здесь и далее полужирным шрифтом выделен основной автор статьи. Сведения обо всех авторах приведены в конце сборника

ных для читателей с формирующимся навыком чтения. Значительное место в них занимают исследования самих шрифтов. Многие зарубежные и отечественные авторы исследовали разборчивость, различимость, удобство чтения различных шрифтов, влияние засечек, влияние рисунка и пространственных характеристик шрифта на понимание и запоминание содержания текста и некоторые другие факторы. Полученные результаты противоречивы и до сих пор нет единого мнения о том, какие особенности шрифтов и каким образом влияют на процесс чтения. Во многом это связано с отсутствием объективного показателя, описывающего рисунок шрифта и позволяющего сравнивать различные шрифты между собой.

Профессор НИИ ОГИЗа В. А. Артемов [1] предложил разделить понятия видимости шрифта и его удобочитаемости, поскольку на последнюю значительно влияют психофизиологические особенности читателя, в то время как видимость шрифта зависит только от качества рисунка шрифта и особенностей зрения человека. Различия в удобочитаемости гарнитур исследовались в [2–4]. Сравнивались разборчивости газетных гарнитур, и как наиболее удобочитаемая была выделена Новая газетная гарнитура в прямом светлом начертании. Также в этих работах продемонстрировано незначительное превосходство ряда книжных гарнитур, связанное с их рисунком и начертанием. Плотный шрифт (Пискаревская гарнитура) читался быстрее. При этом субъективные оценки респондентов были часто противоположными, предпочтения отдавались другим гарнитурам (в частности, Новой газетной). Аналогичные результаты были получены в [5] при разработке новых шрифтов. Работы показали наличие субъективных предпочтений читателей, а также объективной разности в удобочитаемости гарнитур различных начертаний. В обзоре [6] проанализированы различные особенности шрифтов применительно к их удобочитаемости, а также содержится большое количество разных, часто противоречивых мнений относительно влияния засечек, кеглей и начертаний шрифтов на удобочитаемость. В работе [7] исследования удобочитаемости шрифтов осуществлялись сравнением скорости чтения отрывков текстов на русском языке, объемом по 2000 знаков, набранных некоторыми распространенными шрифтами, кеглем 12 пт. Проведена кластеризация шрифтов на основе количества отмеченных респондентами меток и произведено ранжирование шрифтов по удобочитаемости. Продемонстрирована

более высокая скорость чтения на шрифтах с засечками (серифных шрифтах). Однако каких-либо явных характеристик шрифтов, влияющих на удобочитаемость, выявлено не было. В [8] дан обзор ситуации с современным шрифтовым оформлением учебников для средней школы. Рассмотрено противоречие норм действующего технического регулирования и современного состояния дел шрифтового оформления. Выявлен дефицит гарнитур, предназначенных для набора учебной литературы. Показано, что санитарные нормы определяют требования лишь к высоте прописных символов, что ни в коей мере не отражает реального положения с удобочитаемостью шрифта, поскольку основной вклад в нее делает рост строчных символов. Кроме того, отмечено большое разнообразие параметров шрифтов, влияющих на гигиенические показатели (например, емкость шрифта влияет на толщину и массу учебника). Сделан вывод о том, что в России практически отсутствуют современные исследования удобочитаемости. Автором предложено [8] продолжать исследования в области разработки современной гарнитуры для учебной литературы.

В фундаментальной работе «*Legibility of print*» Майлза Тинкера [9] было показано, что при чтении строчные буквы более важны, чем заглавные, а разборчивость некоторых букв может быть улучшена за счет использования засечек, насыщенности штрихов, разграничения отличительных характеристик, упрощения контура, пустого пространства в очке литеры, ширины буквы. Несмотря на то, что не было выявлено различий в скорости чтения серифных шрифтов и гротесков, буквы *Old Style* гарнитур воспринимались легче. Респонденты в основном предпочитали темные гарнитуры (*Antiqua*, *Cheltenham*), курсивный набор читался медленнее, чем прямой набор. Жирные гарнитуры читались на той же скорости, что и светлые. Известный британский исследователь чтения и восприятия Э. Дж. Сэнфорд подтвердил, что шрифты различаются по своей разборчивости [10]. Доказано, что разные гарнитуры или шрифты имеют различные коннотации и могут влиять на читаемость и интерпретацию слов, которые они представляют [11]. Читабельность зависит от начертания символов гарнитуры, определяющего разборчивость слов и букв. Таким образом, большая разборчивость приводит к большей способности различать и, следовательно, в большем умении читать текст [12]. В ряде работ [13] не было найдено никакого существенного влияния выбора типа шрифта на скорость чтения. Также не найдено влияния

размера шрифта и типа шрифта на понимание. В работе [14] была показана равная разборчивость серифных и сансерифных (без засечек) шрифтов. Однако, например, в [15; 16] утверждалось, что шрифты с засечками читаются быстрее. Позже, был проведен анализ публикаций, касающихся роли букв в восприятии текста в целом и показано, что начертание отдельных символов и их идентификация мозгом, их пространственные характеристики и взаимодействие между собой, равно как и шрифты, и гарнитуры в целом, являются существенным фактором, влияющим на чтение, требующим дальнейших исследований [17].



Рис. 1. Разъединение набора букв шрифта на абрисы и внутрибуквенные просветы перед расчетом показателя

## 1. Методы

Оценка визуальных характеристик шрифтов представляет определенные трудности, связанные с различием подходов к пониманию того, что представляет собой набор визуальных характеристик и какие критерии необходимо использовать при их оценке. Подобие некоторых графических элементов букв шрифта и самих букв шрифта, так же как и шрифта в целом, наводит на мысль о возможности использования для их анализа идей фрактальной геометрии. Традиционно используется определение фрактала Б. Мандельброта: «Фракталом называется множество, для которого размерность Хаусдорфа — Безиковича строго больше его топологической размерности» [18]. В нашем случае, если размерность границы набора букв шрифта представляет собой дробную метрическую размерность, можно говорить, что граница символов шрифта обладает фрактальными характеристиками. Понятие «фрактал» может употребляться и в том случае, когда рассматриваемая фигура является самоподобной или приближенно самоподобной, и может быть построена при помощи рекурсивной процедуры или обладает нетривиальной структурой. Согласно Б. Мандельброту, фрактал — это структура, состоящая из частей,

которые в каком-то смысле подобны целому, что означает отсутствие характерных размеров в структуре фрактала [18]. Отсутствие характерных размеров приводит к тому, что ни одна область масштабов не может быть выделена. Пространственная система должна обладать одинаковыми свойствами во всех масштабах — масштабная инвариантность. Это означает, что при изменении пространственного размера объекта любая количественная характеристика фрактала меняется независимо от этих изменений. Топологическая размерность связана с числом степеней свободы, в то время как фрактальная размерность интуитивно может быть понята как степень заполнения пространства нерегулярно распределенной субстанцией. При анализе реальных множеств необходимо учитывать, что их фрактальные характеристики могут существовать лишь в ограниченной области масштабов. Соотношение между длиной абриса символа (или набором символов) шрифта и его площадью может характеризовать показатель шрифта.

В любом семействе плоских фигур, геометрически подобных, но имеющих различные линейные размеры, отношение длины границы фигуры к квадратному корню ее площади представляет собой число, полностью определяемое общей для семейства формой. Трехмерное пространство предоставляет способы оценки линейной протяженности фигуры с помощью длины<sup>1/1</sup>, площади<sup>1/2</sup>, и объема<sup>1/3</sup>..., причем отношение между любыми двумя из этих трех величин является параметром фигуры, независимым от единиц измерения. Эквивалентность различных линейных протяженностей во многих случаях оказывается очень полезной [18]. Частный случай фрактальной размерности (размерности Хаусдорфа)  $d$  выражается известной формулой, объединяющей количество объектов  $n$ , при помощи которых проводится измерение, и геометрический размер такого объекта  $a$ :

$$d = \log n / \log a^{-1}. \quad (1)$$

Кроме того, Б. Мандельброт показал, что для фрактальных множеств выполняется равенство, связывающее длину периметра фрактального объекта  $P$  и его площадь  $S$ :

$$P^{1/d} / S^{1/2} = \text{const}, \quad (2)$$

откуда следует, что  $S \sim P^{2/d}$ .

Рассматривая шрифт, как связное геометрическое множество, по аналогии с тем, как предложено в [19], можно применить определение компактности этого множества  $S$ :

$$C = P^2 / S. \quad (3)$$

При наличии процедуры измерения периметра и площади набора символов шрифта, возможно рассматривать этот показатель как его пространственную характеристику и/или показатель шрифта. Кроме компактности, удобно использовать коэффициенты кругообразности  $C_c$  (4) и изрезанности  $C_n$  (5).

$$C_c = 4\pi S / P^2 \quad (4)$$

$$C_n = C_c^{-1} = C / 4\pi = P^2 / 4\pi S. \quad (5)$$

Векторные графические редакторы, обладающие собственным макроязыком на основе *VBA* позволяют решить подобную задачу. В настоящей работе использовался общедоступный макрос *CurveInfo* для пакета *CorelDraw*. Макрос вычисляет периметр (в мм) и площадь (в мм<sup>2</sup>) связанного векторного объекта.

Авторами было сделано предположение, что влияние знаков препинания, специальных символов и т. п. на разборчивость текста минимально, поэтому для оценки конкретного шрифта необходимо проводить расчеты только над набором букв. В качестве репрезентации шрифта использовался полный набор из 66 заглавных и строчных букв каждого шрифта (рис. 1).

Для получения информации о периметре конкретной буквы необходимо сложить периметр внешнего абриса буквы ( $P_{\text{абрис}}$ ) и (при наличии) периметр внутрибуквенного просвета ( $P_{\text{пр}}$ ). Периметр полного набора из 66 букв ( $P$ ) равен сумме периметров всех букв набора (6).

Для получения площади конкретной буквы нужно из общей площади, ограниченной внешним абрисом буквы ( $S_{\text{абрис}}$ ), вычесть площадь внутрибуквенного просвета ( $S_{\text{пр}}$ ). Площадь полного набора из 66 букв ( $S$ ) равна сумме площадей всех букв (7).

$$P = \sum (P_{\text{абрис}} + P_{\text{пр}}), \quad (6)$$

$$S = \sum (S_{\text{абрис}} - S_{\text{пр}}) \quad (7)$$

Поскольку индивидуальный расчет периметра и площади каждой буквы каждого исследуемого шрифта — это слишком трудоемкий процесс, было принято решение разработать специальный макрос, автоматизирующий процесс разбиения произвольного количества текстовых объектов на набор несвязанных кривых, составляющих абрисы букв и внутрибуквенные просветы.

Для проведения измерений было выбрано 5 шрифтов (прямое светлое начертание) кеглями 12 и 18 пт. Среди них 2 шрифта без засе-

чек, 2 шрифта с засечками и один скриптовый шрифт. Для каждого из выбранных шрифтов проводилась следующая процедура: после получения набора из четырех векторных объектов, представляющих шрифт (как показано на рис. 1), к каждому из них был применен макрос *CurveInfo* расчета периметра и площади, затем по формуле (5) производился расчет показателя изрезанности.

Для оценки применимости предложенного показателя был создан стимульный материал в виде отрывков эмоционально ненагруженных и легких для чтения (среднее значение индекса Флеша 32,3) текстов с описаниями природы. Количество букв в каждом тесте находилось в диапазоне от 2400 до 3600. Тексты были набраны на белой писчей бумаге, полосы набора имитировали разворот книги. Стимульные материалы отличались шрифтами (использовались выбранные шрифты), кеглями и интерлиньяжами.

Респондентами послужили молодые люди (средний возраст 21,5 лет) с нормальным зрением. Объем выборки 10 человек (5 мужчин и 5 женщин). Стимульный материал предъявлялся респондентам в специализированной просмотровой камере с условиями освещения согласно ISO 3664:2009 [20].

Задачей респондентов было последовательно прочесть предложенный стимульный материал и зафиксировать время прочтения при помощи секундомера. Описания стимульного материала, результаты измерений времени чтения и расчетные значения скоростей чтения были помещены в электронную таблицу, и экспортированы в пакет *Statistica* для дальнейшей обработки.

## 2. Результаты

Результаты измерений и расчетов показателей выбранных шрифтов по формуле изрезанности (5) приведены в табл. 1. Как можно видеть из табл. 1, изрезанности шрифтов являются практически постоянными величинами, что свидетельствует об объективном характере предложенного масштабно инвариантного показателя, который удобно использовать в исследованиях. Небольшая вариативность предложенного показателя для некоторых шрифтов может быть объяснена особенностями масштабирования шрифта при смене кегля.

Измерения изрезанности

№ п/п	Шрифт	Особенность	$C_n$ , кегль 12 пт.	$C_n$ , кегль 18 пт.
1	<b>Arial</b>	Без засечек	480,52	469,35
2	<b>Futuris</b>	Без засечек	605,28	605,27
3	Times New Roman	Засечки	674,68	654,96
4	Classic Russian	Засечки	796,17	796,16
5	<i>All Script</i>	Скрипт	1716,72	1650,94

Статистический анализ выявил сильную отрицательную корреляцию между значением изрезанности и скоростью чтения (коэффициент корреляции  $-0,69$ ,  $p < 0,05$ ). Результаты распределения скоростей чтения различных образцов стимульного материала приведены на рис. 2.

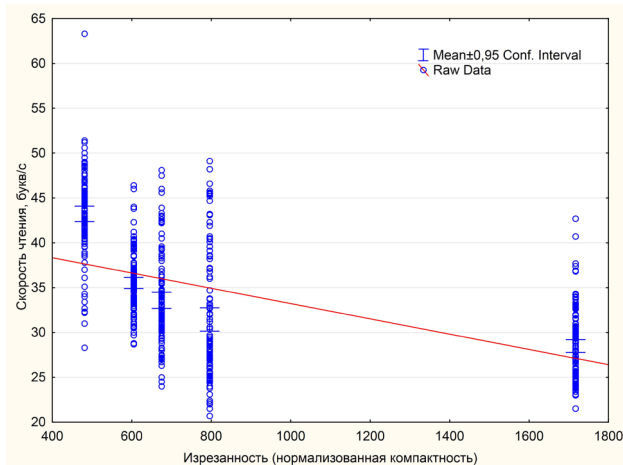


Рис. 2. Распределения скоростей чтения стимульного материала в зависимости от показателя изрезанности



На рис. 3 приведена разбивка распределения скоростей чтения по различным кеглям и интерлиньяжам, использованным в эксперименте. Вид распределений и наклон линий регрессии имеют тот же вид, что и для сводного распределения. Таким образом, продемонстрирована согласованность результата по различным размерам шрифта и межстрочным расстояниям.

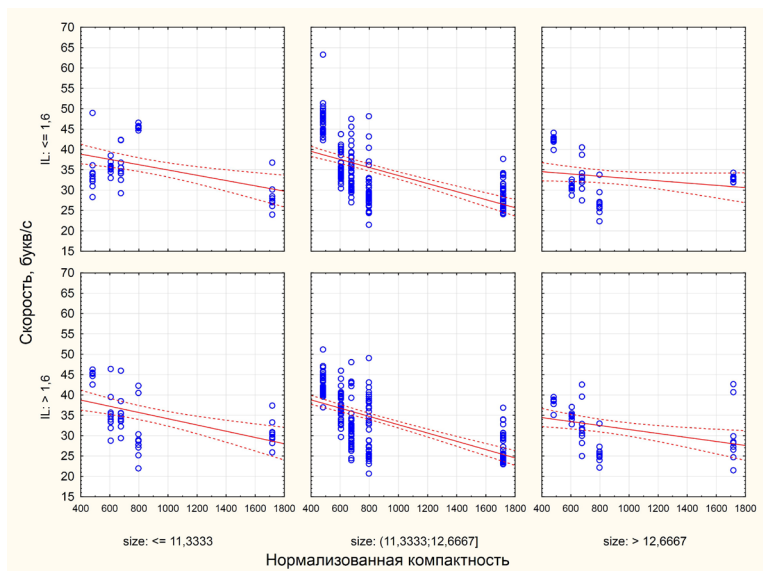


Рис. 3. Распределения скоростей чтения стимульного материала в зависимости от показателя изрезанности с разбивкой по кеглям (горизонтально) и по интерлиньяжам (вертикально)

### 3. Заключение

Предложенный показатель изрезанности продемонстрировал возможность его применения для количественного сравнения рисунков шрифтов. Показана сильная отрицательная корреляция скорости чтения текста и показателя изрезанности используемого шрифта. Учет предложенного показателя в исследованиях чтения (например, таких, как [21; 22]), поможет выявить предикторы и их сочетания скорости чтения и качества усвоения прочитанного не только для бумажных, но и для «электронных» текстов. Масштабная инвариант-

ность предложенного показателя позволяет накапливать экспериментальные результаты без какой-либо их последующей переработки или пересчета, что чрезвычайно удобно. Кроме того, можно использовать результаты уже проведенных исследований. Для оценки применимости предложенного показателя необходимы исследования большого количества различных шрифтов и статистический анализ полученных результатов, который может выявить факторы, влияющие на удобочитаемость шрифтов и текстов.

### Список литературы

1. Артемов В. А. Технографический анализ суммарных букв нового алфавита. Письменность и революция / Под ред. Д. Коркмасова (отв. ред.) [и др.]. Сб. № 1. М.; Л., 1933. 235 с.
2. Ушакова М. Н. Новый шрифт для газет // Полиграфическое производство. 1952. № 4. С. 22–23.
3. Ушакова М. Н. Новый шрифт для художественной литературы // Полиграфическое производство. 1952. № 11. С. 26–28.
4. Ушакова М. Н. Новый шрифт для многотиражной художественной литературы // Полиграфическое производство. 1959. № 11. С. 26–27.
5. Александрова Н. А., Чиминова В. Г. Новые шрифты для газет // Полиграфическое производство. 1962. № 5. С. 57–61.
6. Токарь О. В., Зильберглейт М. А., Петрова Л. И. Удобочитаемость шрифтов // Известия вузов. Проблемы полиграфии и издательского дела. № 2. 2004. С. 79–92.
7. Токарь О. В., Зильберглейт М. А., Литунов С. Н. Оценка удобочитаемости шрифта на примере официального документа // Омский научный вестник. № 2 (80). 2009. С. 246–249.
8. Тарбеев А. В. Шрифтовое оформление современного учебника // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. М., 2004. № 4. С. 93–102.
9. Tinker M. A. Legibility of print. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 1963. P. 329.
10. Sanford A. J. The Mind of Man: Models of Human Understanding. New Haven: Yale University Press, 1987. P. 141.
11. Thangaraji J. Fascinating fonts; is the power of typography a marketing myth. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://praxis.massey.ac.nz>. свободный (дата обращения: 20.12.2012).

12. McCarthy M.S., Mothersbaugh D. L. Effects of typographic factors in advertising-based persuasion: A general model and initial empirical tests // *Psychology & Marketing*. 2002. Vol.19. Issue 7–8. P. 663–691.

13. Chandler S. B. Running Head: Legibility and comprehension of onscreen type. (Doctoral dissertation). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-11172001-152449/unrestricted/chandler.pdf>. свободный (дата обращения: 23.03.2013).

14. De Lange R. W., Esterhuizen H. L., Beatty D. Performance differences between Times and Helvetica in a reading task. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cajun.cs.nott.ac.uk/compsci/eпо/papers/volume6/issue3/rudi.pdf>. свободный. (дата обращения: 25.03.2013).

15. Romney C. Improving the visual appeal of classroom handouts. JALT2005 Conference Proceeding. Tokyo: JALT. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://jalt-publications.org/archive/proceedings/2005/E121.pdf>. свободный (дата обращения: 20.01.2013).

16. Arditi A., Cho J. Serifs and font legibility // *Vision Research*. 2005. № 45 (23). P. 2926–2933.

17. Sanocki T., Dyson M. C. Letter processing and font information during reading: beyond distinctiveness, where vision meets design // *Atten Percept Psychophys*. 2012. № 74 (1). P. 132–145.

18. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М.: Институт компьютерных исследований, 2002. 656 с.

19. Алексанина М. Г., Карнацкий А. Ю. Сравнение пространственных характеристик полей морского льда и облачности по данным видимого канала AVHRR/NOAA на примере Охотского моря / Шестая всероссийская открытая ежегодная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»: сборник тезисов конференции. М.: ИКИ РАН, 2008. С. 299–302.

20. Тарасов Д. А., Арапова С. П., Арапов С. Ю., Сергеев А. П. Разработка универсальной просмотровой камеры для квалитметрических исследований в соответствии с ISO 3664:2009 // *Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела*. 2014. № 1. С. 27–36.

21. Тарасов Д. А., Сергеев А. П., Корнилова Ю. И. // *Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела*. 2013. № 2. С. 81–88.

22. Tarasov D. A. & Sergeev A. P. The leading as a factor of readability: development of the methodology for educational use. *Procedia — Social and Behavioral Sciences*, Elsevier. 2013. V.106. P. 2914–2920.