

ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ШРИФТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ В УСТРОЙСТВАХ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОННОЙ БУМАГИ

Андреев Юрий Сергеевич

*профессор кафедры технологии полиграфического производства, доктор технических наук, профессор
Московский государственный университет печати имени Ивана Федорова
127550 Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 2А
tdptmgup@mail.ru*

Верещагин Владислав Юрьевич

*аспирант института принтмедиа и информационных технологий
Московский государственный университет печати имени Ивана Федорова
127550 Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 2А
slavaver@gmail.com*

Аннотация. В работе приведена методика выбора необходимых для исследования гарнитур шрифтов и знаков, рассматривается способ оценки воспроизведения текстовой информации по отклонению однородности. Даются рекомендации по выбору оптимальной гарнитуры шрифта при подготовке электронного издания.

Ключевые слова: гарнитура шрифта, спектральный анализ, однородность изображения, электронное издание, электронная бумага.

В статьях [1, 2] были рассмотрены различные параметры устройств на основе электронной бумаги: структурные и градиционные. Теперь необходимо установить, каким образом данные параметры сказываются на воспроизведении главного компонента книжной информации — текста.

На основании ранее полученных результатов можно сделать вывод, что проблема со шрифтовым оформлением электронных изданий заключается в том, что устройства чтения имеют существенно более низкое разрешение, а также низкий градиент градиционной передачи, поэтому шрифты, предназначенные для печатных изданий, могут терять детали или деформироваться в начертании. Цель данного исследования — выбрать критерий воспроизводимости шрифтовой информации и разработать методику по выбору гарнитуры шрифта, которая наилучшим образом воспроизводится на электронной бумаге.

На текущий момент существует множество гарнитур. В соответствии с IBM Classification все шрифты подразделяются на 11 групп, их можно укрупнить до 4 основных [3, 4]:

- шрифты с засечками (serif), например, Academy, Times New Roman, Baskerville;
- шрифты без засечек (sans serif) Futura, Helvetica;
- имитационные (script) Lazurski, Decor, Parsek;
- декоративные (decorative).

Гарнитуры брусковые и имитационные применяются существенно реже и не представляют большого интереса с точки зрения воспроизведения книжных изданий. Для набора основного текста издания используются гарнитуры групп с засечками и без засечек. Внутри каждой группы гарнитуры имеют некоторые отличия по форме и толщине штрихов, но

исследовать все многообразие не представляется возможным, поэтому ограничим исследование гарнитурами, обычно рекомендуемыми дизайнерами к использованию для набора основного текста издания [5, 6]. С засечками — Times New Roman, Baskerville, без засечек — Futura, Helvetica.

При исследовании структурных свойств электронной бумаги было установлено, что размытие края полуплоскости сильно зависит от расположения воспроизводимого края — параллельно управляющим элементам или под углом. Для учета зависимости воспроизведения от структуры знаков, от наличия и степени наклона их элементов предлагается проанализировать знаки шрифта с применением двумерного преобразования Фурье. Для анализа выбраны знаки строчного написания, так как в тексте они встречаются существенно чаще, чем заглавные. Полученные спектры нормированы к единице и бинаризованы при пороге 0.4. Для примера использованы две гарнитуры Futura (рубленный) и Times New Roman (с засечками). При анализе полученных спектров было выделено 4 характерных типа. Сосредоточение значимых амплитуд на прямых под углами 0 или 90 градусов, проходящими через центр (рис. 1). Наличие значимых амплитуд на прямых под углами, отличными от 0 или 90 градусов (рис. 2). Образование значимыми амплитудами концентрических кругов (рис. 3). Образование значимыми амплитудами, лежащими на прямых под различными углами, концентрических кругов (рис. 4). Для исследования возьмем наиболее часто используемые знаки из каждой группы в соответствии с частотой их встречаемости в тексте [7]. Таким образом, в качестве представителей гарнитур выбраны знаки: т, и, о, а.

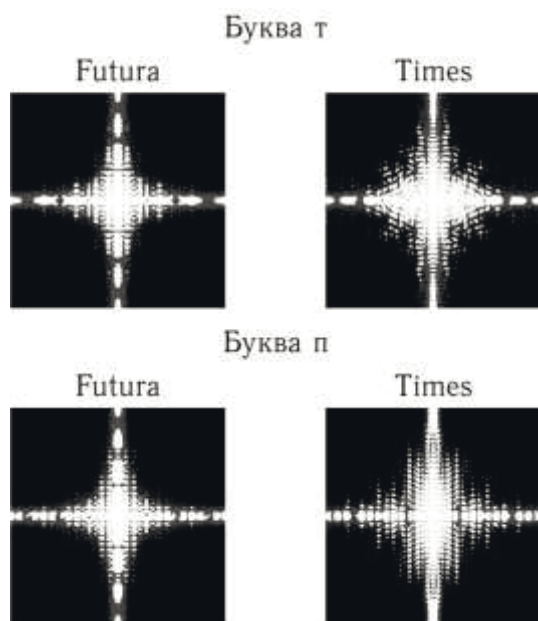


Рис. 1. Группа знаков № 1 включает знаки г, д, л, н, п, т, ц, ч, ш, щ — прямые

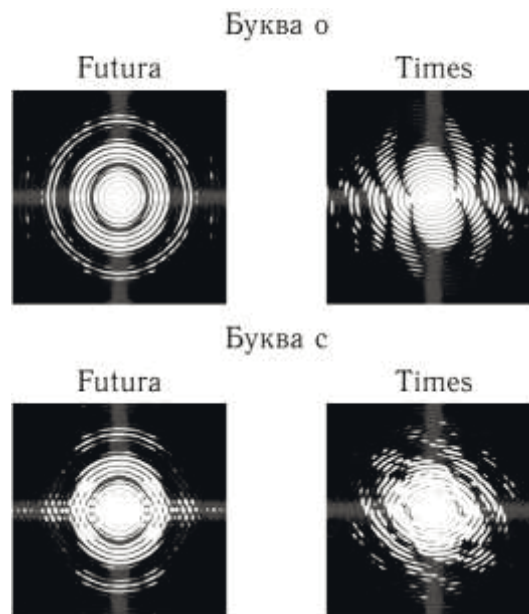


Рис. 3. Группа знаков № 3 включает знаки б, з, о, с — круглые

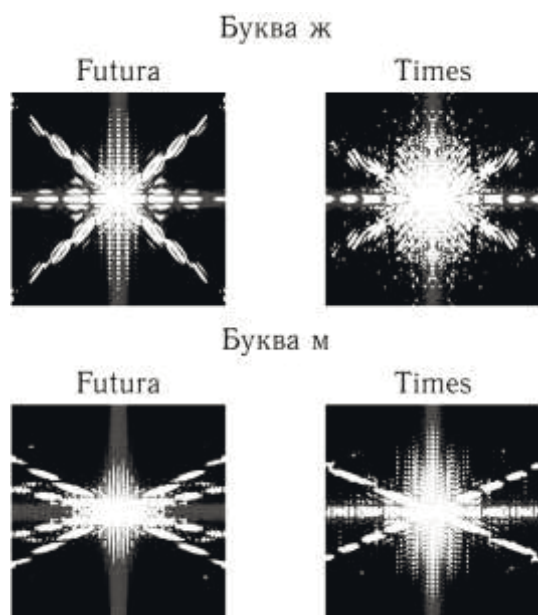


Рис. 2. Группа знаков № 2 включает знаки ж, и, й, к, м, у, х — с наклонными элементами

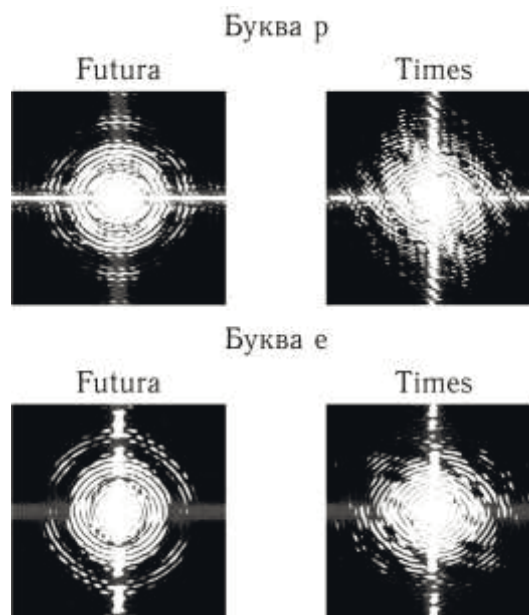


Рис. 4. Группа знаков № 4 включает знаки а, в, е, р, ф, ь, ы, ь, э, ю, я — смешанные

Создан тест-объект — страница, на которой воспроизведены выбранные знаки четырьмя определенными ранее гарнитурами, кеглями 10, 8 и 6 пунктов. Каждый знак воспроизведен четыре раза для получения достоверной статистической информации. Распределение знаков по странице учитывает влияние смещения знака по фазе относительно расположения управляющих элементов электронной бумаги.

С воспроизведенных знаков получены микрофотографии с применением цифрового аппарата Canon 550D. Далее проводилась линейная растяжка гистограммы каждой микрофотографии по опорной точке белого и черного. Затем для микрофотографии знака проводилось выявление

исходной границы знака, для чего должен быть определен его контур (рис. 5).

Для определения контура знака была проведена экспертная оценка видимой границы штриховых деталей в условиях их размытия. Перед экспертами была поставлена задача обрисовать границу штриха. Тест-объект данного эксперимента представлял лист, на котором были воспроизведены буквы Т И О А и б штрихов различной ширины, размытые фильтром Гаусса (рис. 6). Результаты измерений относительной светлоты отмеченных границ элементов приведены в табл. 1. Для самого тонкого штриха установить границу ни один эксперт не смог. Его исходная минимальная светлота 188 единиц.



Рис. 5. Пример буквы после обработки



Рис. 6. Вид теста-объекта для определения границы штриха

Таблица 1. Средние светлоты границы для каждого из элементов теста-объекта

Элемент	Средняя светлота	Отклонение средней светлоты
Буквы	146,9	11,4
Штрих 1	151,2	20,9
Штрих 2	149,1	23,9
Штрих 3	150,8	16,5
Штрих 4	164,4	11,2
Штрих 5	175,6	5,3
Штрих 6	—	—

В табл. 2 приведены усредненные значения и значения отклонения для каждого эксперта.

Если исключить трех экспертов с наибольшими разбросами, то порог границы устанавливается при относительной светлоте 162,8 единицы при отклонении 13,9.

После определения границы штриха производим расчет значения средней светлоты, отклонения средней светлоты, значения средней однородности и отклонения однородности внутри исходного контура буквы при определенной ранее границе. Однородность U рассчитывается по следующей формуле, приведенной Гонсалесом [8]. Чем выше это значение, тем более постоянна светлота внутри воспроизведенного знака:

$$U = \sum_{i=0}^{L-1} p^2(z_i),$$

где L — число различных значений светлоты, $p(z)$ — гистограмма распределения уровней светлота в данной области, z_i — случайная величина, обозначающая светлоту. Рассчитано также отклонение однородности.

Результаты расчетов приведены в табл. 3. Из полученных расчетов видно, что гарнитуры Futura и Helvetica имеют меньшую среднюю светлоту, т.е. имеют больший средний контраст относительно фона

по сравнению с гарнитурами Baskerville и Times. Это связано с тем, что засечки в гарнитурах Baskerville и Times имеют малый размер, поэтому размываются и осветляются дискретной структурой электронной бумаги. При этом Futura и Helvetica обладают большей однородностью, чем Baskerville и Times, однако это однородность менее стабильна и обладает большими значениями отклонения однородности.

Таблица 2. Средние светлоты границы для каждого эксперта

Эксперт	Средняя светлота	Отклонение средней светлоты
Ч1	152,7	11,1
Ч2	163,6	10,5
Ч3	151,0	8,5
Ч4	140,7	21,4
Ч5	148,3	17,3
Ч6	134,7	22,1
Ч7	175,4	9,3
Ч8	173,8	7,8
Ч9	160,9	15,1
Ч10	162,5	12,4

Было рассчитано еще несколько параметров для оценки воспроизводимости шрифтовой информации, но однозначной возможности выделить параметр, по которому можно провести выбор шрифта не удалось. Для поиска параметра и его корреляции с субъективной оценкой проведен дополнительный эксперимент.

Был создан тест-объект, содержащий страницу, на которой написаны строки, содержащие максимальное число букв алфавита разными гарнитурами с приведенной минимальной высотой очка 1 мм, и далее 6 повторений с увеличением высоты на 10% сравнительно с предыдущим размером (рис. 7).



Рис. 7. Вид теста-объекта для ранжирования текста по нечитаемости

Таблица 3. Результаты расчета параметров для символов, воспроизведенных на электронной бумаге

	Средняя светлота штриха	Среднее отклонение светлоты	Среднее значение однородности	Отклонение однородности
Baskerville	53,8	29,9	0,0174	0,00306
б	59,0	31,7	0,0181	0,00241
а	61,6	32,0	0,0167	0,00058
и	52,7	31,8	0,0206	0,00293
о	60,8	32,0	0,0175	0,00107
т	61,0	31,0	0,0177	0,00218
8	54,6	30,0	0,0150	0,00152
а	58,5	29,7	0,0133	0,00044
и	51,6	30,0	0,0170	0,00046
о	55,7	30,6	0,0147	0,00062
т	52,6	29,5	0,0150	0,00108
10	47,8	27,9	0,0191	0,00326
а	49,0	30,0	0,0164	0,00023
и	41,5	27,2	0,0246	0,00052
о	47,7	29,4	0,0182	0,00065
т	52,9	25,0	0,0174	0,00039
Futura	47,1	30,9	0,0234	0,00567
б	53,9	32,0	0,0185	0,00181
а	52,0	31,7	0,0196	0,00204
и	55,0	31,8	0,0183	0,00154
о	55,7	31,8	0,0170	0,00112
т	53,0	32,8	0,0191	0,00112
8	45,7	31,2	0,0248	0,00570
а	48,5	30,3	0,0245	0,00350
и	46,1	32,7	0,0206	0,00091
о	44,9	32,7	0,0225	0,00171
т	43,4	29,0	0,0317	0,00658
10	41,6	29,4	0,0268	0,00476
а	37,1	29,9	0,0287	0,00047
и	46,7	29,7	0,0198	0,00112
о	40,8	29,1	0,0327	0,00067
т	42,0	28,8	0,0261	0,00032
Helvetica	43,5	29,8	0,0260	0,00604
б	51,4	31,3	0,0192	0,00148
а	56,3	32,0	0,0173	0,00046
и	49,7	30,9	0,0193	0,00085
о	49,8	30,4	0,0206	0,00072
т	49,9	32,0	0,0196	0,00130
8	40,4	30,0	0,0284	0,00508
а	42,2	30,9	0,0232	0,00220
и	37,6	31,6	0,0320	0,00123
о	43,5	29,4	0,0243	0,00110
т	38,2	28,3	0,0342	0,00219
10	38,7	28,0	0,0305	0,00301
а	40,0	29,0	0,0310	0,00035

Окончание таб. 3

	Средняя светлота штриха	Среднее отклонение светлоты	Среднее значение однородности	Отклонение однородности
и	39,0	29,9	0,0297	0,00109
о	41,9	27,9	0,0266	0,00075
т	34,1	25,4	0,0347	0,00086
Times	50,9	31,2	0,0179	0,00492
б	57,5	31,3	0,0133	0,00289
а	60,2	30,8	0,0112	0,00049
и	58,8	30,9	0,0126	0,00053
о	58,3	31,8	0,0115	0,00012
т	52,8	31,6	0,0181	0,00112
8	48,9	29,7	0,0180	0,00315
а	49,9	30,2	0,0156	0,00053
и	45,2	29,5	0,0200	0,00203
о	50,4	29,2	0,0160	0,00052
т	50,1	30,0	0,0204	0,00389
10	46,1	32,5	0,0223	0,00373
а	41,1	30,9	0,0253	0,00082
и	52,6	30,2	0,0170	0,00045
о	38,6	32,6	0,0263	0,00038
т	52,2	36,5	0,0207	0,00021

Данный тест-объект воспроизводился на устройстве Kobo Aura H2O в масштабе 1:3. Экспертам предлагалось ранжировать гарнитуры в порядке их нечитаемости при различных увеличениях. Результаты приведены в табл. 4. Они показали, что рубленые гарнитуры раньше становятся нечитаемыми, чем гарнитуры с засечками, внутри этих групп различия не были выявлены. Эксперты отмечали, что у рубленых гарнитур начинают раньше смыкаться элементы букв и происходит больший разброс по тону.

Таблица 4. Результаты экспертной оценки ранжирования гарнитур по нечитаемости

	Baskerville	Futura	Helvetica	Times
Эксперт 1	4	2	1	3
Эксперт 2	3	2	1	4
Эксперт 3	3	1	2	4
Эксперт 4	4	2	1	3
Эксперт 5	4	2	1	3
Эксперт 6	3	2	1	4
Эксперт 7	4	2	1	3

По экспертной и объективной оценке различных параметров следует отметить соответствие между экспертной оценкой и значением отклонения однородности. При больших отклонениях однородности шрифт быстрее перестает читаться. При малых отклонениях однородности шрифт является более устойчивым к воспроизведению при уменьшении размера. Предположительно это связано с большим влиянием сдвига знака по фазе на широкие

штрихи, что в свою очередь, приводит к более раннему смыканию элементов символов, отмечаемому экспертами в опросе.

Соответствие результатов экспертной оценки шрифтов и объективных расчетов отклонения однородности говорит о пригодности использования объективной методики. По полученным результатам оценки отклонения однородности, к использованию в электронном издании, подготовленном для воспроизведения на устройстве с электронной бумагой, рекомендуется использовать контрастные гарнитуры шрифтов, например, Baskerville и Times New Roman.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Верещагин В.Ю., Андреев Ю.С.* Сопоставительный анализ структурных свойств носителей на основе печатной и электронной бумаг // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. 2015. — № 3. — С. 23–28.
2. *Верещагин В.Ю.* Градационные параметры устройств на основе электронной бумаги // Вестник МГУП имени Ивана Федорова. 2015. — № 6. — С. 21–24.
3. *Капелев В.В.* Программные средства обработки информации. Ч.1 Программы обработки текстовой информации [Электронный ресурс] // Институт открытого образования МГУП имени Ивана Федорова. — URI: <http://hi-edu.ru> (дата обращения: 01.12.2015).
4. *Allan Haley.* Type Classifications [Электронный ресурс] // Портал «Fontology»: сайт. — URL:

- <http://www.fonts.com/content/learning/fontology/level-1/type-anatomy/type-classifications> (дата обращения: 01.12.2015).
5. *Stephen Coles*. Top Ten Typefaces Used by Book Design Winners [Электронный ресурс] // Портал «FontFeed» : сайт. — URL: <http://fontfeed.com/archives/top-ten-typefaces-used-by-book-designwinners> (дата обращения: 01.12.2015).
6. *Jacob Cass*. Top 7 Fonts Used By Professionals In Graphic Design [Электронный ресурс] // Портал «Just Creative» : сайт. — URL: <http://justcreative.com/2008/09/23/top-7-fonts-usedby-professionals-in-graphic-design-2> (дата обращения: 01.12.2015).
7. Портал «Портал Знаний». Анализ текстов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://statistica.ru/local-portals/data-mining/analiztekstov> (дата обращения: 01.12.2015).
8. *Гонсалес Р., Вудс Р., С. Эддинс*, Цифровая обработка изображений в среде Matlab. — М.: Техносфера, 2006. — 484 с.

FONT INFORMATION VISIALISATION IN THE DEVICE BASEDON ELECTRONIC PAPER

Yuri Sergeevich Andreev

*Moscow State University of Printing Arts
127550 Russia, Moscow, Pryanishnikova st., 2A*

Vladislav Yurievich Vereshchagin

*Moscow State University of Printing Arts
127550 Russia, Moscow, Pryanishnikova st., 2A*

Annotation. *In this paper shown choice of fonts and characters, considered the method of valuation imaging text information by deviation of uniformity and preparing recommendations for selection of optimum typeface for use in the electronic publication preparation.*

Keywords: typeface, spectral analysis, image uniformity, electronic publishing, electronic paper.