



# СПРАВКА

## о результатах проверки текстового документа на наличие заимствований

Проверка выполнена в системе  
Антиплагиат.ВУЗ

Автор работы	Кислова Екатерина Александровна
Подразделение	Институт математики, физики и информатики КГПУ, кафедра физики и методики обучения физике
Тип работы	Выпускная квалификационная работа
Название работы	Спектральный подход при идентификации текстов как напр. науч. прак. д. уч. проф.кл. Кислова Екатерина.docx
Название файла	Спектральный подход при идентификации текстов как напр. науч. прак. д. уч. проф.кл. Кислова Екатерина.docx
Процент заимствования	10,79%
Процент цитирования	0,32%
Процент оригинальности	88,89%
Дата проверки	21:46:48 20 июня 2019г.
Модули поиска	Кольцо вузов; Модуль поиска общеупотребительных выражений; Модуль поиска перефразирований Интернет; Модуль поиска "КГПУ им. В.П. Астафьева"; Модуль поиска Интернет; Модуль поиска переводных заимствований; Цитирование; Сводная коллекция ЭБС

Работу проверил

Орлова Ирина Николаевна

ФИО проверяющего

Дата подписи

20.06.2019г.



Подпись проверяющего

Чтобы убедиться в подлинности справки, используйте QR-код, который содержит ссылку на отчет.



Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего. Предоставленная информация не подлежит использованию в коммерческих целях.

**Согласие**  
на размещение текста выпускной квалификационной работы,  
научного доклада об основных результатах подготовленной научно-  
квалификационной работы в ЭБС КГПУ им. В.П. АСТАФЬЕВА

Я, Висоова Екатерина Александровна  
(фамилия, имя, отчество)

разрешаю КГПУ ИМ. В.П. Астафьева безвозмездно воспроизводить и размещать (доводить до всеобщего сведения) в полном объеме и по частям написанную мною в рамках выполнения основной профессиональной образовательной программы выпускную квалификационную работу, научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (далее ВКР/НКР)

(нужное подчеркнуть)

на тему: Спектральный подход при идентификации текстов в  
как направление науч.-практич. деятельности учащ-ся проф. классов  
(название работы)

(далее – работа) в ЭБС КГПУ им. В.П.АСТАФЬЕВА, расположенном по адресу <http://elib.kspu.ru>, таким образом, чтобы любое лицо могло получить доступ к ВКР/НКР из любого места и в любое время по собственному выбору, в течение всего срока действия исключительного права на работу.

Я подтверждаю, что работа написана мною лично, в соответствии с правилами академической этики и не нарушает интеллектуальных прав иных лиц.

21.06.2019

дата

Екат

подпись

**Отзыв руководителя**  
на выпускную квалификационную работу  
Кисловой Екатерины Александровны

**«Спектральный подход при идентификации текстов как направление научно-практической деятельности учащихся профильных классов»,**

выполненную на кафедре физики и методики обучения физике Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева.

Работа Кисловой Е.А. посвящена изучению и популяризации новейшей ветви статистического анализа литературных текстов - методу идентификации фрагмента с помощью исследования спектрального состава операторов трансляций.

В процессе работы над темой в течение учебного года было осуществлено полноценное научное исследование совместно с руководителем, получены интересные результаты, обнаружены некоторые свойства спектральных портретов, определены направления дальнейших исследований. Екатерина активно участвовала в поиске интересных текстов, изучении теории метода, разрабатывала увлекательный цикл занятий для школьников. В результате создана база спектральных портретов разножанровых текстов, представляющих интерес именно для молодежи.

При разработке учебного цикла Екатерина Александровна активно использовала современные интернет-технологии, в-частности, создала опрос по теме работы с помощью сервисов Google с автоматической статистической обработкой ответов и провела его с группой школьников летнего лагеря «Шира».

Работа выполнена на высоком математическом уровне.

К недостаткам работы Кисловой Е.А. следует отнести некоторые затруднения со структуризацией материала при написании текста.

В целом исследование Кисловой Е.А. проведено на высоком уровне и заслуживает оценки "отлично".

Доцент кафедры физики  
и методики обучения физике КГПУ,

кандидат физ.-мат.наук



Орлова И.Н.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. В. П. АСТАФЬЕВА»  
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Институт математики, физики и информатики  
Кафедра физики и методики обучения физике

Кислова Екатерина Александровна

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Спектральный подход при идентификации текстов как направление  
научно-практической деятельности учащихся профильных классов.

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование  
Направленность (профиль) образовательной программы  
Физика и информатика

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ



Заведующий кафедрой  
профессор, доктор педагогических наук  
В.И. Гесленко

10.01.2019 Bh  
(дата, подпись)

Руководитель

кандидат физико– математических наук,  
доцент И.Н. Орлова

Дата защиты 13.05.2019  
21.06.2019

Обучающийся Кислова Е.А.  
(фамилия инициалы)

29.04.2019 Ек  
(дата, подпись)

Оценка отлично  
(прописью)

Красноярск 2019

## **Оглавление**

Введение.....	6
Глава I. Теоретический обзор .....	7
Текст как временной ряд .....	8
Инструменты спектрального подхода. ....	8
Спектр собственных значений матрицы и спектральные пятна. ....	12
Глава II. Разработка программы и оригинальные результаты .....	15
Глава III. Разработка цикла научно-практических занятий для школьников 10-11 профильных классов.....	23
Методическое введение.....	23
Описание цикла .....	26
Заключение .....	44
Список использованной литературы.....	45
Приложение 1 Текст Delphi-программы.....	48
Приложение 2. Текст Mathcad-программы.....	61

## **Введение**

**Объект исследования:** математические средства статистического анализа литературных текстов

**Предмет исследования:** спектральный подход в проблеме идентификации текстов и его инварианты (авторские, жанровые и др).

**Цель:** ознакомиться с современным и наиболее достоверным спектральным способом идентификации литературных текстов, применить его для ряда литературных фрагментов и разработать курс, позволяющий познакомить школьников с данной темой.

### **Задачи**

1. Проанализировать по открытым источникам расчетные формулы спектрального подхода к идентификации текстов.
2. Разработать программу для расчета необходимых характеристик и применить ее для исследования ряда литературных произведений.
3. Разработать цикл научно-практических занятий, позволяющий осуществить доступное и увлекательное знакомство школьников с данной научной проблемой.

### **Актуальность**

Проблема идентификации текстов в настоящее время стоит достаточно остро, на данный момент остается много артефактов с неопределенным авторством, стилевой, временной принадлежностью. Средства статистического анализа текстов в современной науке находятся в стадии разработки и не имеют широкого распространения. Например, в 2012 году группой ученых из Института прикладной математики имени В.Келдыша РАН разработан спектральный метод, имеющий 95% истинности. В силу указанных фактов подобное исследование представляется актуальным как с научной целью, так и с целью популяризации.

**Структура работы:** Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложений.

## Глава I. Теоретический обзор

Поиск эффективных математических инструментов идентификации текстов в настоящее время остается по-прежнему актуальной проблемой. На данный момент существует много артефактов с неопределенным авторством, стилевой, временной принадлежностью. Например, первые успешные попытки расшифровки известного манускрипта Войнича относятся к 2016 году [1], и осуществлены они именно с привлечением математических средств. В настоящее время группой ученых из института прикладной математики им. В. Келдыша РАН разработан спектральный метод, имеющий 95% истинности. Таким образом, средства такого статистического анализа в современной науке находятся в стадии разработки и не имеют широкого распространения. По этим причинам подобное исследование представляется актуальным как с научной целью, так и с целью популяризации.

Каждый согласится, что произведения Пушкина можно с легкостью отличить от сотен других, профессионалы и просто любители также легко могут если не определить, то предположить авторство музыкальных произведений Шопена, Чайковского, Вагнера и т.д. Определенно существует в каждом случае набор характерных авторских черт и приемов, как отпечатки пальцев или как штрих-код товара, идентифицирующих их творения. Характерная авторская пульсация, энергетика человека или жанра, выраженная в периодичности, закономерностях следования букв, звуков и т.д. На современном этапе многие эти инварианты-свойства оказывается возможным измерить и «взвесить», поверить строгим математическим формулам.

Известно, что последовательность букв в текстовом фрагменте любого алфавита представляет собой динамический ряд с равномерным спектром, совпадающим со спектром так называемого белого шума. Отличие одного фрагмента от другого выражается не в спектре следования самих букв, а в традициях, характере использования последующих слов, фонем, идущих за

данной буквой – другими словами, в спектре букв, следующих за данной. Характерная пульсация определяется скорее периодичностью условных буквосочетаний. Задачу измерения этих закономерностей решает вычисление спектра оператора трансляций.

### Текст как временной ряд

Пусть  $x_i$  – случайная величина (буква или буквосочетание), принимающая значения из конечного упорядоченного множества букв (пар букв, и т.д.) в алфавите.

Текст состоит из слов, слова из букв. Количество различных букв ограничено, и буквы могут быть просто перечислены. Важными характеристиками текста являются повторяемость букв, пар букв (биграмм) сочетаемость букв друг с другом. Мы можем присваивать каждой букве алфавита свой номер и рассматривать текст, как последовательность этих номеров. Построенный по такому правилу временной ряд  $x_i$  показан на рисунке 1, рядом показано также часто используемое представление временных рядов – так называемая скаттерграмма, зависимость  $x_{n+k}$  от  $x_n$ .

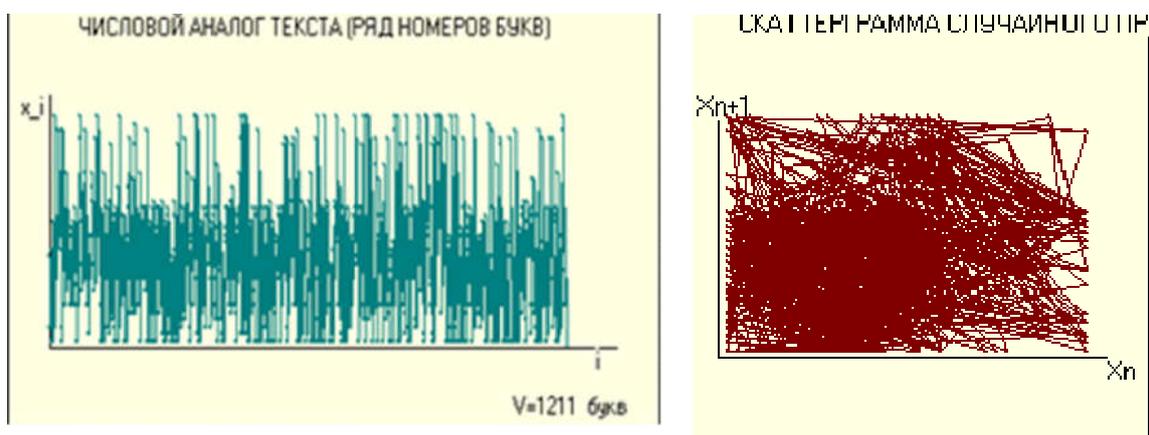


Рис. 1. Представление текста

### Инструменты спектрального подхода.

Согласно[17], для нахождения оператора трансляций потребуется определить так называемые 1-ПФР и 2-ПФР текстового фрагмента (специфические термины авторов методики). Аббревиатура ПФР означает

«плотность функции распределения» и подразумевает известные статистические моменты. В таблице 1 даны определения и смысл этих терминов.

1-ПФР	$f_N(i) = \frac{k_i}{N}$	- эмпирическая вероятность обнаружения данной буквы $i$ в тексте из $N$ символов (доля $i$ -той буквы) $i = 1, 2, \dots, 33$
2-ПФР	$F_N(i, j) = \frac{k_{ij}}{N_{ij}}$	- эмпирическая вероятность обнаружения буквосочетания $i$ -той и $j$ -той букв в тексте длиной $N$ (доля буквосочетания); $N_{ij} = 33 * 33$

Таблица.1. Определения и смысл 1-ПФР и 2-ПФР.

Как нетрудно видеть, 1-ПФР определяет гистограмму встречаемости букв в текстовом фрагменте. На рисунке 1 приведено такое представление 1-ПФР в виде классической гистограммы.

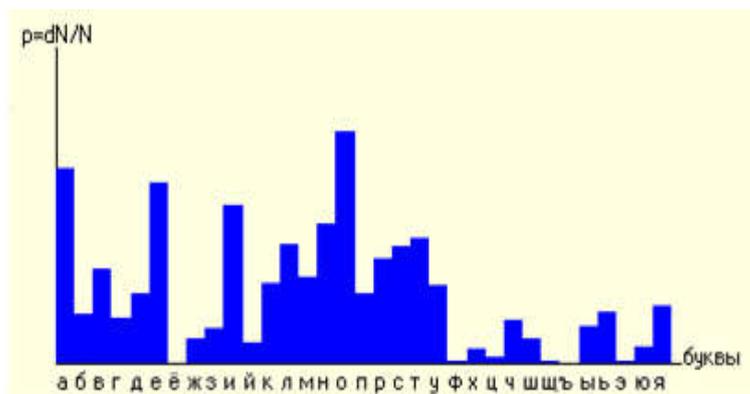


Рис.2. 1-ПФР произведения А.С.Пушкина «Капитанская дочка», глава 1.

2-ПФР – это таблица значений эмпирических вероятностей обнаружения буквосочетания  $i$ -той и  $j$ -той букв, которую также можно представить себе как гистограмму, только двумерную – над плоскостью аргументов  $i = 1, 2, \dots, 33$  и  $j = 1, 2, \dots, 33$ . Количество возможных пар букв, очевидно,  $N_{ij} = 33 * 33$ . На рисунке 2 показан пример такой таблицы эмпирических вероятностей (2-ПФР) по результатам разработанного авторами Delphi-

приложения. Свойство этой таблицы: сумма всех элементов матрицы равна 1 (условие нормировки). ПФР – Плотность Функции Распределения.

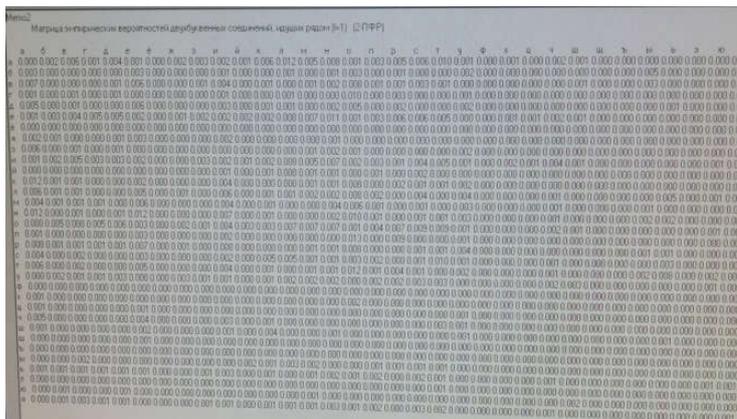


Рис.3. Пример 2-ПФР матрица эмпирических вероятностей двухбуквенных соединений.

### Операторы трансляций.

Определения и смысл операторов трансляций для удобства сведены в таблице 2.

Оператор трансляций $P_{ij}(l)$	– условная вероятность того, что буква $j$ отстоит от $i$ на $(l - 1)$ символ	условная потому, что зависит от того, в каком месте встретилась $i$ буква
Оператор трансляций на 1 шаг $P_{ij}(1)$	- условная вероятность того, что $j$ -тая буква отстоит от -той на 0 шагов, т.е. находится рядом справа	

Таблица.2. Определения и смысл операторов трансляций.

### Связь операторов трансляций с 1-ПФР и 2-ПФР.

Эмпирическая вероятность  $F(i, j)$ , или 2-ПФР, – это вероятность того, что наугад выбранная пара букв – это пара  $ij$ . Вероятность появления букв  $i$  и  $j$  рядом в тексте – это вероятность  $f(i)$  того, что первая буква пары –  $i$  - тая, умноженная на условную вероятность  $P_{ij}(1)$  следования  $j$ -той буквы после - той:  $F(i, j) = f(i) * P_{ij}(1)$ , откуда

$$P_{ij}(1) = \frac{F(i, j)}{f(i)} = \frac{2 - \text{ПФР}}{1 - \text{ПФР}}$$

Вычисляемый по этой формуле оператор трансляций на 1 шаг – это также матрица размером 33\*33, обладающая свойством: сумма элементов любой строки или столбца равна 1 (полная вероятность).

**Направление повышения точности описания текстовых фрагментов с помощью двухбуквенных вероятностей.**

Вычисляя по аналогии эмпирические вероятности  $F_2(i, j), F_3(i, j)$ , и т. д. пар букв  $i$  и  $j$ , отстоящих в тексте друг от друга на 1, 2, и т.д. символов, а также соответствующие им операторы трансляций (условные вероятности следования буквы  $j$  через 1, 2, и т. д. символов после буквы  $i$ )  $P_{ij}(2), P_{ij}(3)$ , и т.д., связанные соотношениями вида:  $P_{ij}(l) = \frac{F_l(i,j)}{f(i)}$ , мы сможем повысить точность математического описания литературного фрагмента. В таблице 3 приведены определения и смысл этих операторов.

Таблица.3.Определения и смысл операторов  $F_m(i, j), P_{ij}(m)$

$F_2(i, j)$	- эмпирические вероятности пар букв $i$ и $j$ , отстоящих в тексте друг от друга на 1 символ.	Матрица 33 x 33
$P_{ij}(2)$	- условные вероятности следования буквы $j$ через 1 символ после буквы $i$ .	Матрица 33 x 33
$P_{ij}(2) = \frac{F_2(i, j)}{f(i)}$		
$F_3(i, j)$	- эмпирические вероятности пар букв $i$ и $j$ , отстоящих в тексте друг от друга на 2 символа.	Матрица 33 x 33
$P_{ij}(3)$	- условные вероятности следования буквы $j$ через 2 символа после буквы $i$ .	Матрица 33 x 33
$P_{ij}(3) = \frac{F_3(i, j)}{f(i)}$		
$F_4(i, j), P_{ij}(4), \dots$		

Указанные двухбуквенные операторы, являющиеся двумерными матрицами размером  $33 \times 33$ , вычисляются в разработанной программе. Они могут служить последовательными членами разложения некоторого интегрального оператора, аналогичного ряду Тейлора:

$$P = \sum_{l=1}^{max} C_l \cdot P_{ij}(l),$$

спектр которого выступит количественной мерой фрагмента, его идентификатором.

### **Спектр собственных значений матрицы и спектральные пятна.**

#### **Собственные значения и собственные векторы преобразования (матрицы).**

Ненулевой вектор  $\bar{x} \neq 0$  называется собственным вектором матрицы  $A$ , если существует такое число  $\lambda$ , что выполняется равенство:

$$A\bar{x} = \lambda\bar{x},$$

где  $\lambda$  – собственное значение матрицы  $A$ , принадлежащее собственному вектору  $\bar{x}$ .

Матрица  $(A - \lambda E)$  называется характеристической матрицей матрицы  $A$ , многочлен  $|A - \lambda E|$  называется характеристическим многочленом матрицы  $A$ , уравнение  $|A - \lambda E| = 0$  называется характеристическим уравнением матрицы  $A$ .

Для нахождения всех собственных значений матрицы  $A$  достаточно найти корни характеристического уравнения:

$$\det|A - \lambda E| = 0$$

#### **Спектральные пятна**

**Резольвентой** матрицы  $A$  называется матрица  $R(\lambda)$ , равная

$$R(\lambda) \equiv (\lambda I - A)^{-1}$$

Здесь  $I$  - единичная матрица,  $\lambda$  – произвольное комплексное число. Таким образом,  $R(\lambda)$  - матрица, определяемая в каждой точке комплексной плоскости  $(x, y)$ . ( $R(\lambda)$  – бесконечное непрерывное множество комплексных матриц)

Для построения спектральных пятен необходимо построить линии уровня нормы резольвенты. Дело в том, что норма матрицы – это некоторая мера, определяющая величину этой матрицы – параметр, необходимый для сравнения одной матрицы с другой. И эта мера (норма) всегда является действительной и, более того, неотрицательной (основное свойство нормы). Различные способы «измерения» матриц (нормы) приведены ниже в соответствующем разделе. Как бы не «измерялась» матрица, какая бы норма не была для нее выбрана, для матрицы  $R(\lambda)$ , определенной над плоскостью  $(x, y)$ , ответом будет также функция параметров  $x$  и  $y$ , или функция двух переменных –  $N_R(x, y)$ . Для функции двух переменных легко построить линии уровня. Области между этими линиями уровня и будут спектральными пятнами исходной матрицы. Отметим, что авторами данного метода [17] в данном случае предлагается использовать норму Фробениуса.

Указанному построению линий уровня соответствует формула:

$$\|R(\lambda)\| \geq \frac{1}{\varepsilon \|A\|}$$

$\|R(\lambda)\| = \sum_{ij} |R_{ij}|^2$  – норма Фробениуса резольвенты

Здесь  $A$  – матрица, спектр которой мы хотим найти, то есть матрица оператора трансляций:  $A = P_{ij}(l)$ . Заметим, что матрица  $A$  в нашем исследовании – матрица с действительными элементами (вероятности), матрица  $R(\lambda)$  - комплекснозначна, но нормы обеих матриц – действительные неотрицательные числа.  $\varepsilon$  – погрешность, на которую отличаются элементы

матрицы  $A$ , совпадающая с погрешностью определения собственных значений  $\lambda_i$ .

Говорят, что  $\lambda$  – конкретное собственное значение (не весь набор) принадлежит  $\varepsilon$ - спектру  $\Lambda_\varepsilon(A)$  матрицы  $A$ , если существует такая возмущающая ее матрица  $\Delta$ , что  $\|\Delta\| \leq \varepsilon \|A\|$ ,  $\frac{\|\Delta\|}{\|A\|} \leq \varepsilon$ : норма  $\Delta$  составляет от нормы  $A$  долю наименьшую или равную  $\varepsilon$ .

$$\det(\lambda I - A - \Delta) = 0$$

Где  $I$  – единичная матрица.

**Норма Фробениуса** или, как её ещё называют **Евклидова норма**, или  $L_2$ - норма, - это квадратный корень из суммы квадратов модулей элементов матрицы (фактически, как теорема Пифагора).

$$\|P\|_2 = \sqrt{\sum_{ij} |P_{ij}|^2}$$

В самих точках  $\lambda_i$  (собственные значения матрицы  $A$ ) функция нормы резольвенты имеет особые точки (расходимости), в  $\varepsilon$ - областях – нет особенностей

$$||R(\lambda)|| \geq \frac{1}{\varepsilon \|A\|} = M$$

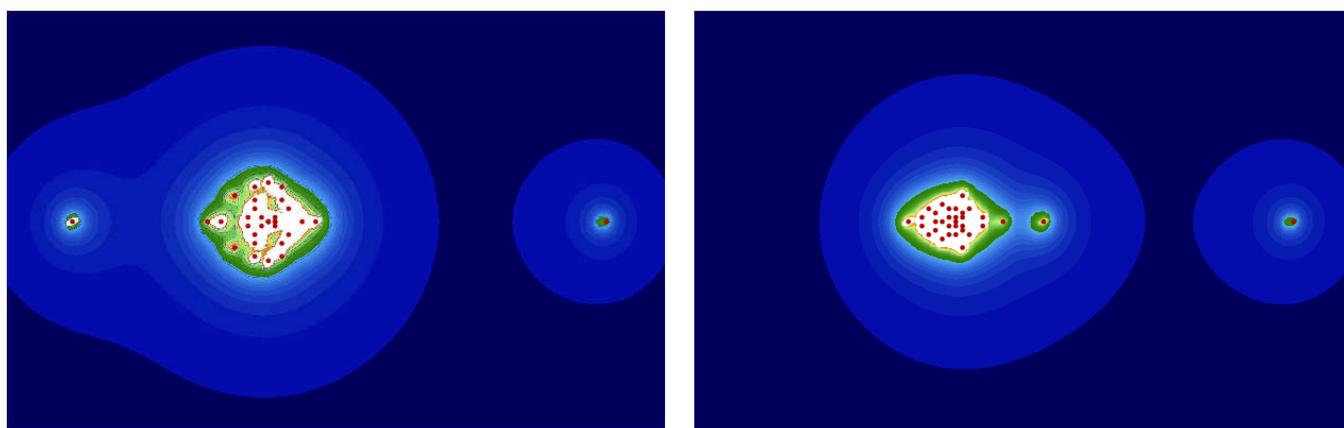
Здесь  $M$  – уровень резольвенты, соответствующий  $\varepsilon$  возмущению матрицы. В следующей главе приведены примеры спектральных портретов матриц трансляций  $P_{ij}(l)$ , полученные с помощью разработанных программ. По горизонтальной оси спектрального портрета откладывается действительная часть комплексного числа  $\lambda$ , по вертикальной – мнимая:  $x = Re(\lambda)$ ,  $y = Im(\lambda)$ . Точки – собственные значения  $\lambda_i$  матрицы, спектральные пятна – области различных цветов между линиями уровня резольвенты матрицы.

## Глава II. Разработка программы и оригинальные результаты

Расчет вероятностей отдельных букв в текстовом фрагменте, а также вероятностей пар букв и операторов трансляций производился с помощью программы, разработанной авторами в среде Delphi, дальнейший анализ этих данных и построение спектральных портретов выполнялся с помощью математического пакета Mathcad. Полученные результаты представлены в таблицах ниже.

Ниже представлены спектральные портреты операторов трансляций следующих текстовых фрагментов (рис а) -  $P_{ij}(1)$  и рис. б) -  $P_{ij}(2)$ ):

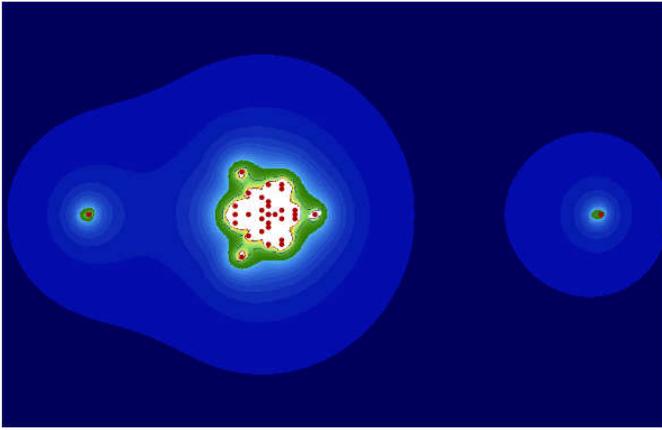
1. сказка «Али баба и 40 разбойников»[2]- рис. 4;
2. книга «Гарри Поттер и философский камень», Джоан Роулинг[24]- рис. 5;
3. текст песен Ольги Бузовой[26]- рис. 6;
4. текст песен рэпера Скруджи[31] - рис. 7;
5. фразы Макса +100500 - рис. 8;
6. книга «До встречи с тобой», Джоджо Мойес[15] - рис. 9.



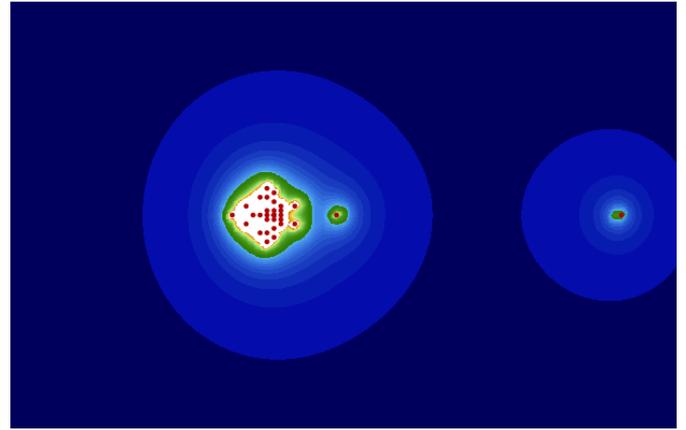
а)  $P_{ij}(1)$

б)  $P_{ij}(2)$

Рис 4. Восточные сказки: «Али баба и 40 разбойников»

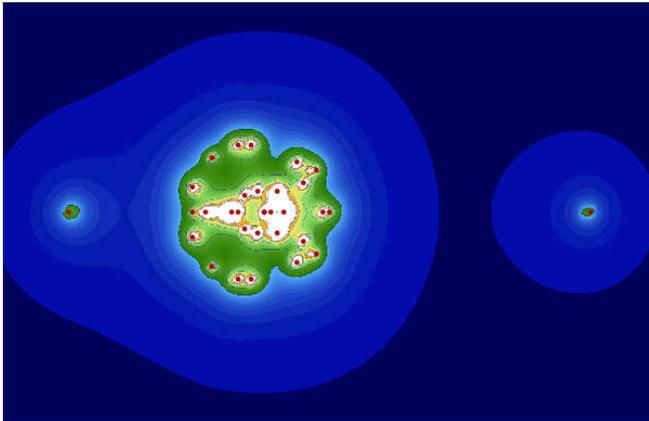


a)  $P_{ij}(1)$

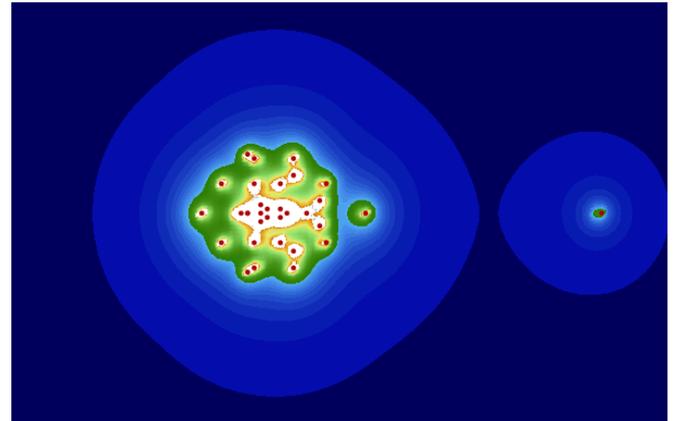


б)  $P_{ij}(2)$

Рис 5. Джоан Роулинг. «Гарри Поттер и философский камень»

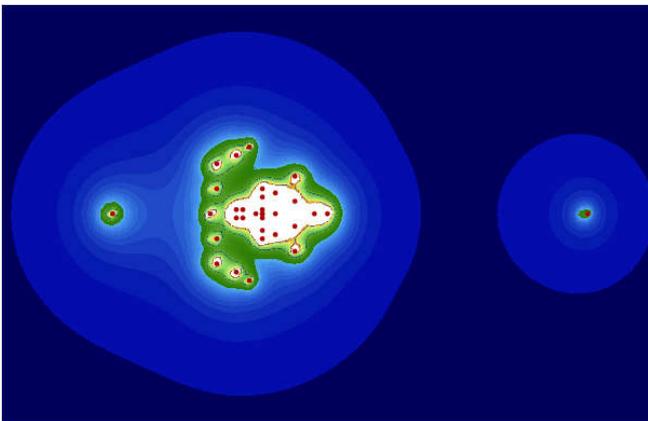


a)  $P_{ij}(1)$

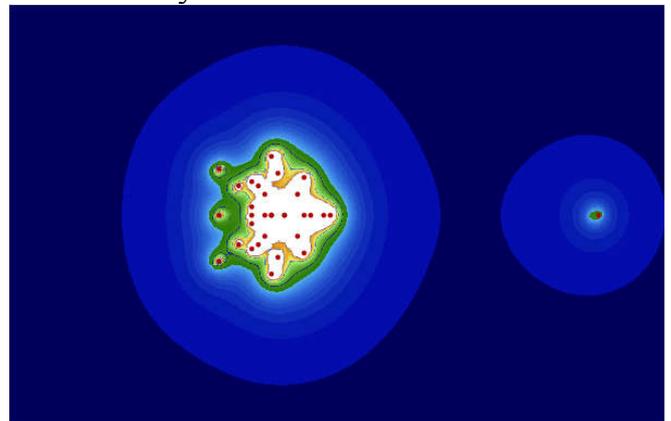


б)  $P_{ij}(2)$

Рис 6. Тексты песен Ольги Бузовой

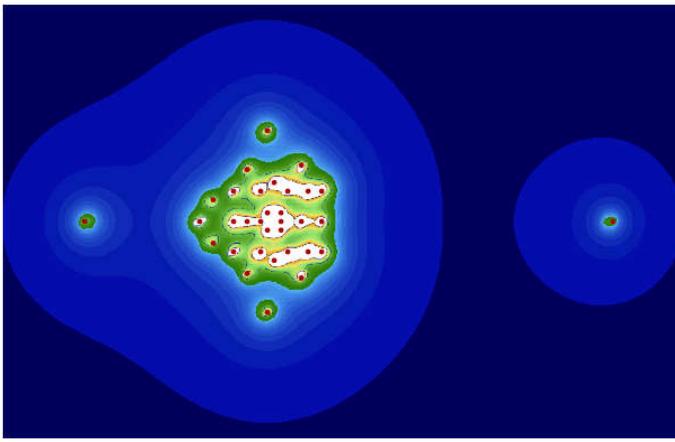


a)  $P_{ij}(1)$

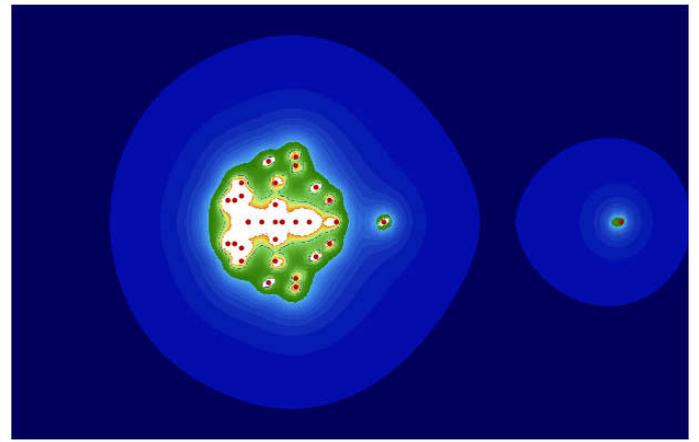


б)  $P_{ij}(2)$

Рис 7. Тексты песен Скруджи

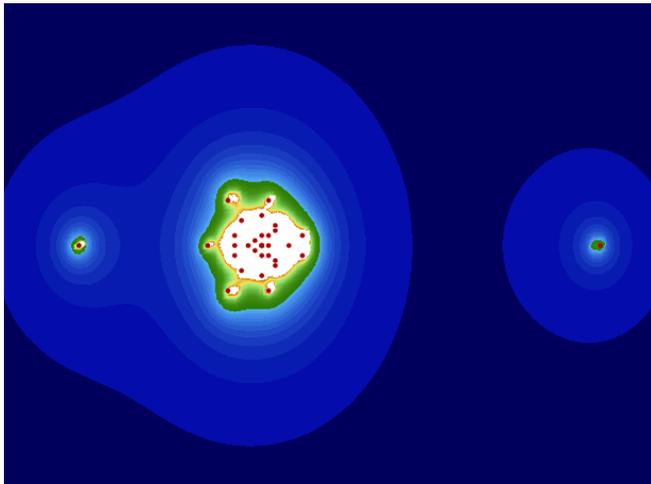


а)  $P_{ij}(1)$

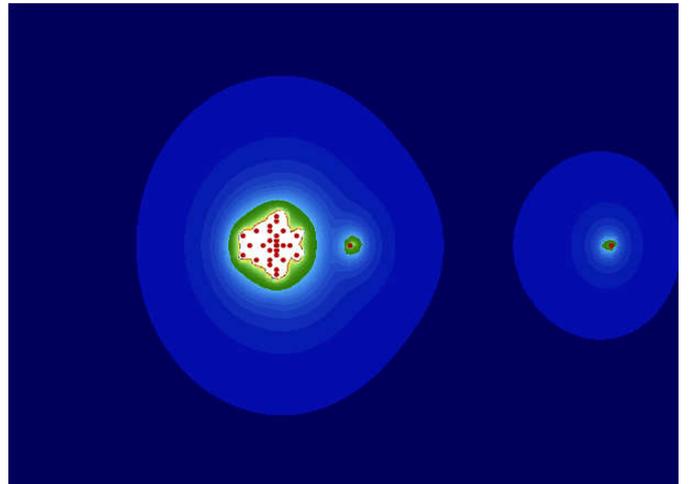


б)  $P_{ij}(2)$

Рис. 8. Фразы Макса+100500



а)  $P_{ij}(1)$



б)  $P_{ij}(2)$

Рис. 9. Джоджо Мойес «До встречи с тобой»

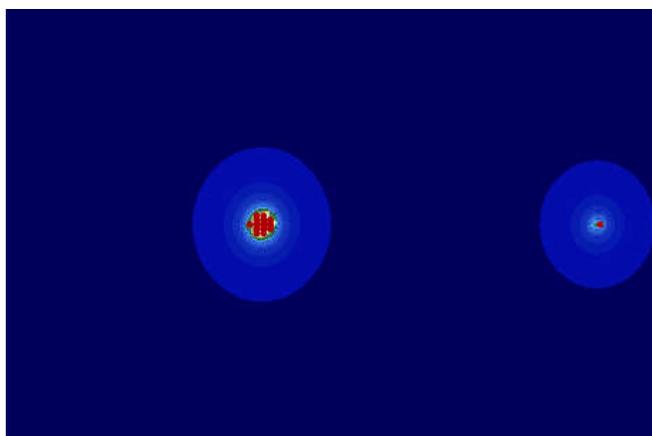
Поясним некоторые моменты этих спектральных портретов. Диапазон изменения по оси абсцисс для большинства представленных здесь портретов –  $(-0.8, 1.2)$ , по оси ординат –  $(-0.6, 0.6)$ , начало координат - приблизительно в центре среднего пятна.

Какой смысл имеют эти спектральные портреты? У всех портретов имеется собственное значение  $\lambda_1(1,0)$ , принадлежащее собственному вектору  $f(i)$  - вектору 1-ПФР текста (вероятностей различных букв). Вообще смысл собственного значения в том, что он показывает, **во сколько раз изменяется модуль соответствующего собственного вектора при действии на него данной матрицей**. Для отмеченного первого собственного числа и собственного вектора это означает, что при действии матрицей трансляций на вектор  $f(i)$  с ним ничего

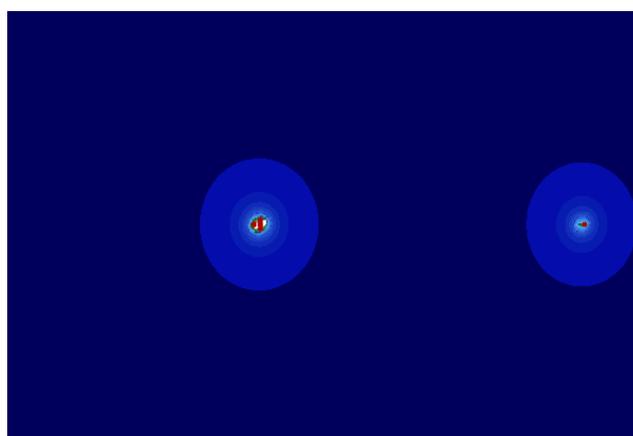
не происходит, он не меняется ни по направлению (это следует из определения собственного вектора), ни по величине (собственное значение равно 1).

Другое относительно устойчивое значение – диаметрально противоположная точка портрета в окрестности  $\lambda_2(-0.6,0)$ . Авторы методики [17] называют собственный вектор, соответствующий этому собственному значению, вектором подсознания, поскольку он слабо отклоняется в рамках одного автора, однако при переводе на другой язык теряет свою устойчивость. Для других собственных значений нет какого-либо явного статистического смысла кроме общего - того, что это числа, показывающие, во сколько раз увеличивается существующий в этом 33-мерном пространстве соответствующий ему собственный вектор при действии на него оператором трансляций. Раз это какие-то устойчивые к такому трансляционному преобразованию векторы, значит, они отражают какие-то направления симметрии этого пространства. Работа в том направлении продолжается, и мы полагаем, этот смысл будет найден.

В связи с проблемой придания смысла этим портретам, нас заинтересовал вопрос об исследовании некоторых предельных случаях этого пространства, а именно случай чисто случайного текста типа «ыовау п длапдрле прк цуолурке» с различными типами распределений букв (равномерным, неравномерным ...). Мы надеялись, что в этом случае портрет будет особенно простым. Результаты такого исследования приведены ниже на рис. 10 (окно просмотра прежнее:  $(-0.8, 1.2)$  по  $x$ ,  $(-0.6, 0.6)$  по  $y$ ).



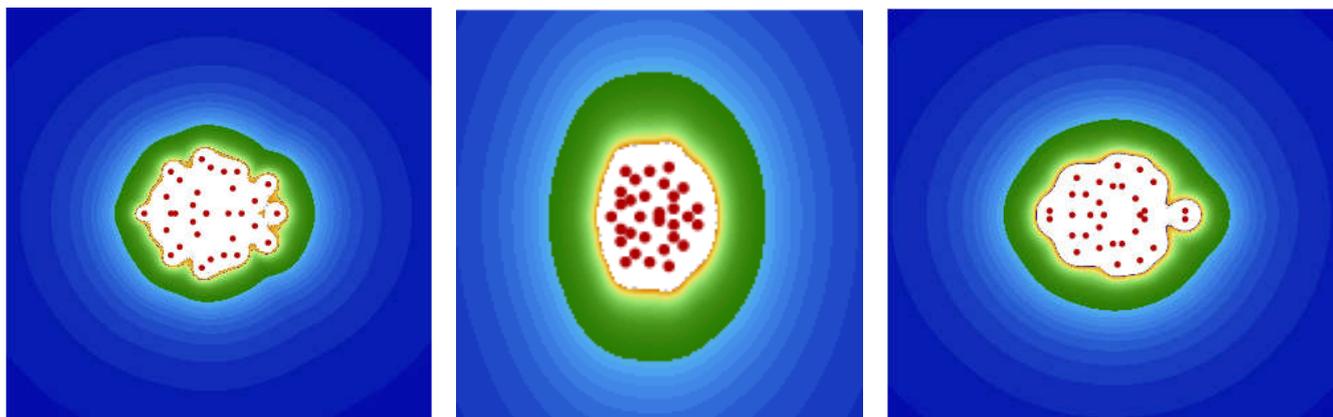
а) объем текста 40000 букв



б) объем текста 400000 букв

Рис. 10.  $P_{ij}(1)$  для random\_text с равномерным распределением букв

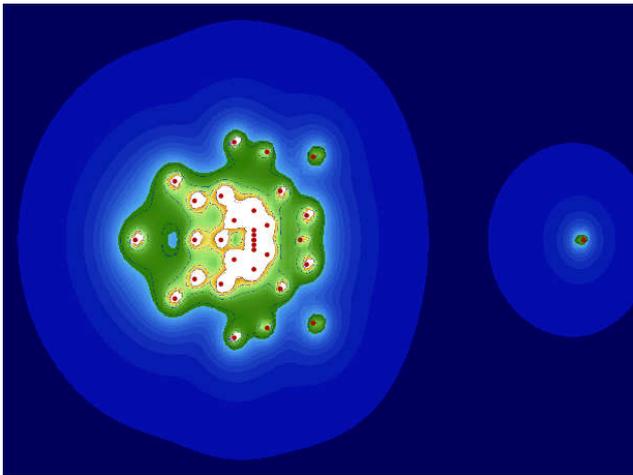
Видно, что портрет отличается крайней компактностью для объемов 40000 400000 знаков, причем для большего объема он компактнее. Мы заглянули «внутри» центрального пятна (окно просмотра  $(-0.01, 0.01)$  по  $x$ ,  $(-0.01, 0.01)$  по  $y$ ) в надежде увидеть там равномерное распределение по пятну или по кольцу, однако при этом «увеличении» портрет случайного текста продолжает обладать характерной симметрией (см. рис. 11).



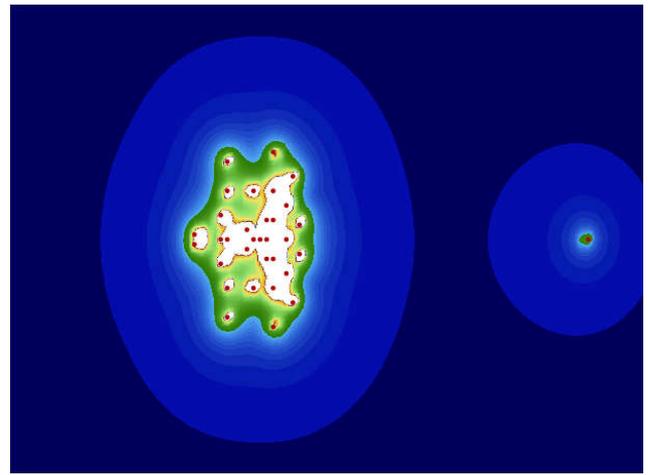
а) объем текста 40000 букв, равномерное распределение    б) объем текста 400000 букв, равномерное распределение    в) объем текста 40000 букв, распределение букв задается законом  $\sqrt{random}$ , где  $random$  - случайная величина с равномерным распределением.

Рис. 11. Центральное пятно для случайного текста разных объемов и разных распределений.

Так же были построены спектральные портреты псевдоразумных текстов, когда в тексте присутствуют русские слова, слова связаны в часто встречающиеся в языке группы, однако текст сгенерирован случайно. Это так называемый Lorem ipsum (или рыба-текст), используемый для создания макетов страниц. Такой текст можно легко найти в интернете или воспользоваться возможностями Word. Результат представлен на рисунке 12. В обоих случаях, как для Lorem ipsum, так и для чисто случайного текста, можно заметить, что отсутствует «вектор подсознания» - нет автора.



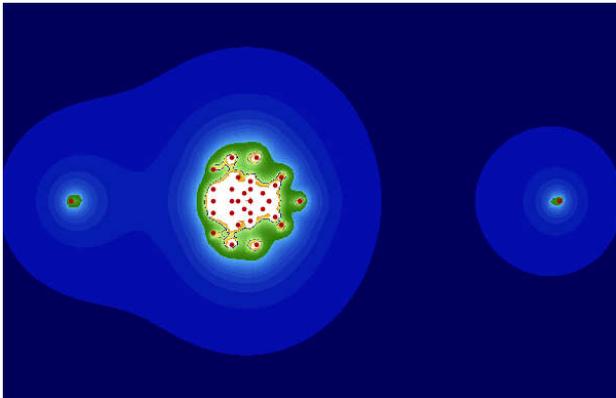
а)  $P_{ij}(1)$



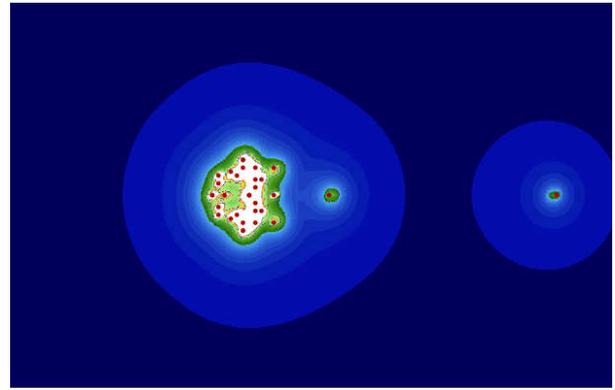
б)  $P_{ij}(2)$

Рис. 12. Рыба-текст Lorem Ipsum

Построен спектральный портрет больных шизофренией[23] – рис. 13.



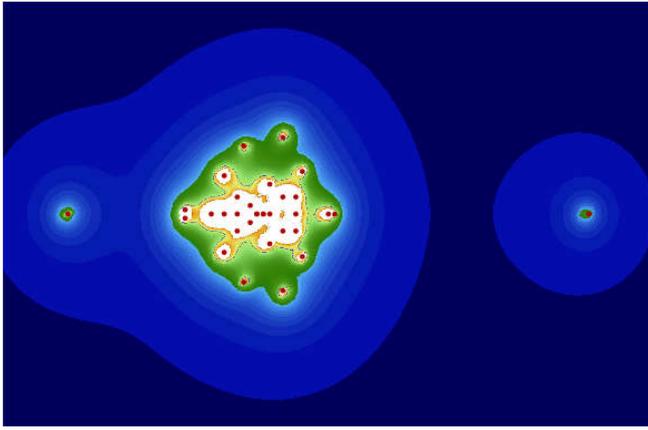
а)  $P_{ij}(1)$



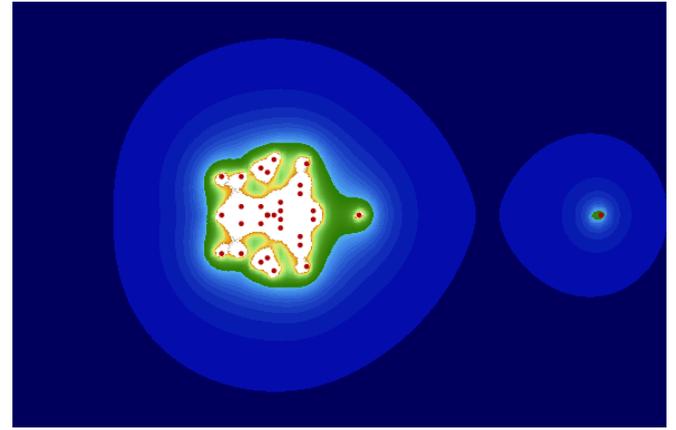
б)  $P_{ij}(2)$

Рис. 13. Тексты больных шизофренией

Нас заинтересовал современный сленг. Сейчас очень много различных чатов, где люди, сохраняя свое инкогнито, могут говорить обо всем на своем языке – сленге. На рис. 14 и 15 представлены спектральные портреты молодежного и детского чатов с никами соответственно.

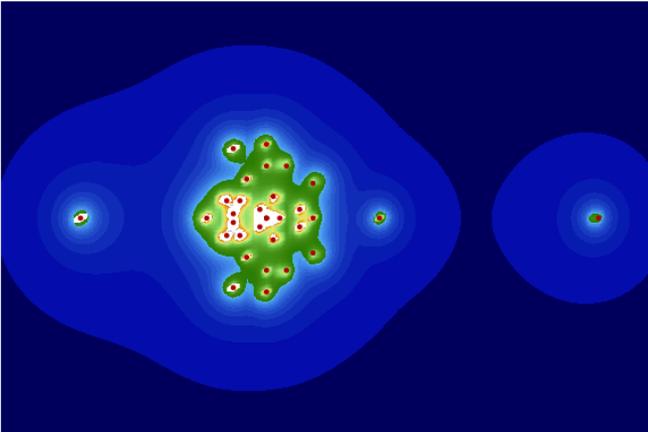


a)  $P_{ij}(1)$

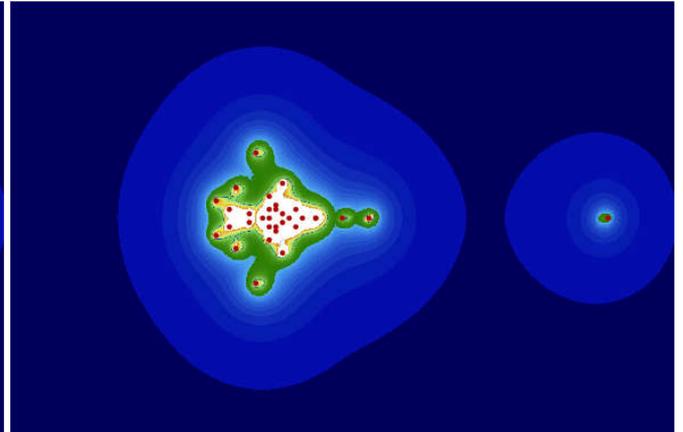


б)  $P_{ij}(2)$

Рис. 14. Молодежный чат с никами



a)  $P_{ij}(1)$



б)  $P_{ij}(2)$

Рис. 15 деский чат Lonely с никами

Построены спектральные портреты ( $P_{ij}(l)$ ) исторических произведений:

1. «Плач по священному Ниппуру» (Ниппуру - разрушенный город, Шумерская цивилизация, III век до н.э.) – рис. 16;
2. Гомер, «Иллиада» (2 первых песни)– рисунок 17;
3. Послания Ивана Грозного (фрагмент)– рис. 18;
4. «Гамлет», Шекспир (фрагмент) – рис. 19;

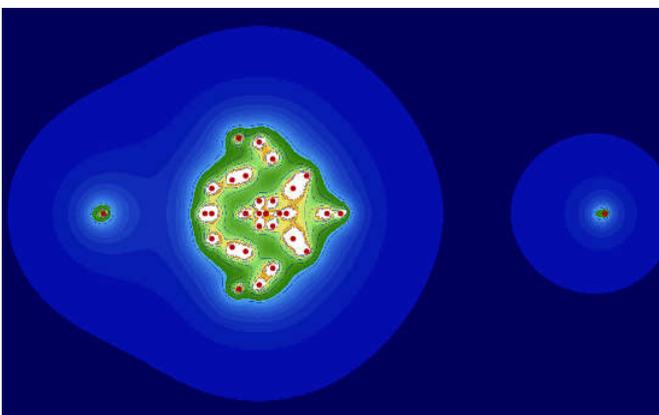


Рис. 16. Плач по священному Ниппуру  
 $P_{ij}(l)$

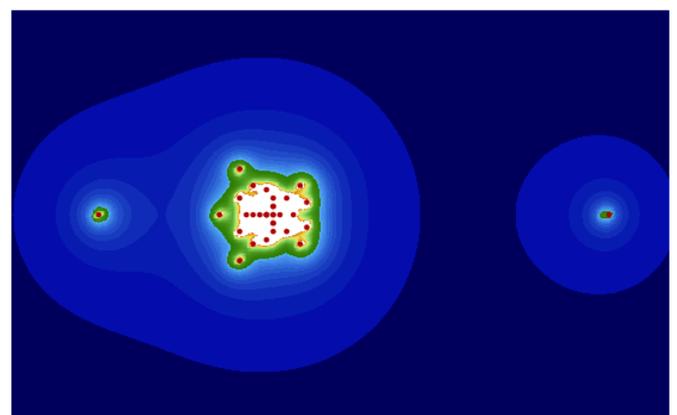


Рис. 17. Гомер, «Иллиада»  $P_{ij}(l)$

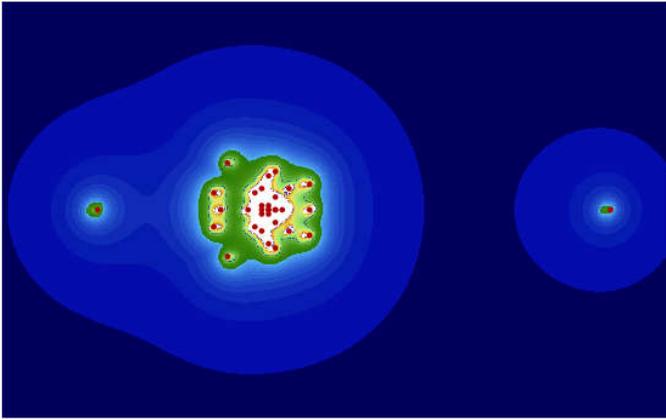


Рис. 18. Послания Ивана Грозного  $P_{ij}(l)$

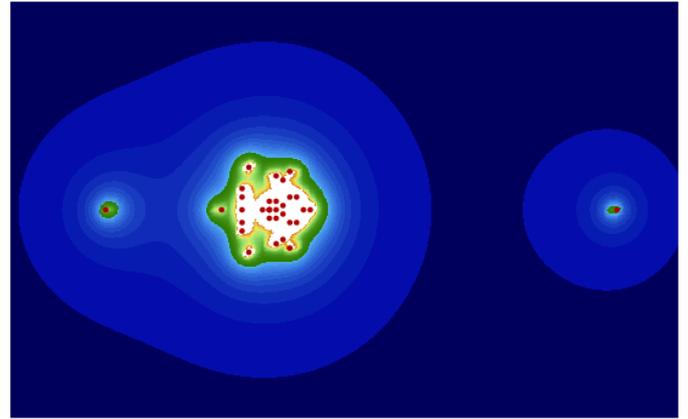
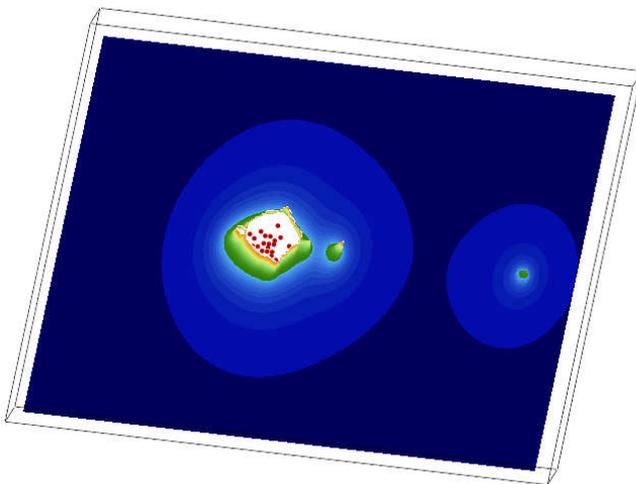
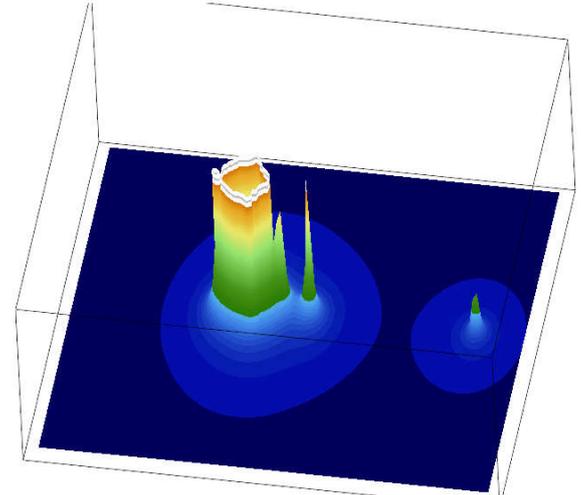


Рис. 19. Шекспир, «Гамлет»  $P_{ij}(l)$

На рисунке 20 мы показали, как выглядит сама поверхность нормы резольвенты  $N_R(x, y)$  как функция двух переменных. Цветом показаны различные уровни этой поверхности.



вид почти сверху



вид сбоку

Рис. 20. Норма резольвенты сказки «Али баба и 40 разбойников»

## **Глава III. Разработка цикла научно-практических занятий для школьников 10-11 профильных классов**

### **Методическое введение.**

#### **Нормативные документы.**

Рабочая программа по физике разрабатывается на основе Примерной программы среднего (полного) общего образования физики (профильный уровень) и авторской программы. Такой учебно-методический комплект предназначен для преподавания физики в 10-11 классах с углубленным изучением предмета. Примерная программа предусматривает формирование у обучающихся общеучебных умений и навыков, универсальных способов деятельности. Авторская программа предполагает углубленное изучение. Например, авторская программа Л. Э. Генденштейна на курс физики для углубленного изучения отводит в 10-11 классах 350 часов из расчета 5 учебных часов в неделю. Из них для 10 класса предусмотрен резерв учебного времени 14 ч [6], а для 11 класса - 9 ч [7]. В рамках этого времени можно реализовать разработанный цикл занятий научно-практического направления по теме дипломной работы.

Приказ № 4130 введении **профильных классов** был подписан Министром образования и науки России 17 мая 2012 г. Разработан ФГОС старшей школы, который был зарегистрирован Минюстом образования России 7 июня 2012 года. Одной из особенностей нового стандарта является профильный принцип образования. Учебный план профиля обучения должен содержать не менее 3(4) учебных предметов на углубленном уровне изучения из соответствующей профилю обучения предметной области и (или) смежной с ней предметной области. [30]

#### **Терминология углубленного изучения**

**Профильное обучение** – это организация образовательной деятельности по образовательным программам среднего общего образования, основанная на дифференциации содержания с учетом образовательных

потребностей и интересов обучающихся, обеспечивающих углубленное изучение отдельных учебных предметов, предметных областей соответствующей образовательной программы образовательной организации.

Создание классов с профильным направлением позволяет более целенаправленно применять имеющиеся в школе ресурсы. Задачи данного обучения — подготовить учащихся к самостоятельному выбору будущей профессии и способствовать более глубокому изучению предметов по избранному направлению. [25]

Под **исследовательской деятельностью учащихся** сегодня понимается такая форма организации учебно-воспитательной работы, которая связана с решением учащимися творческой, исследовательской задачи с заранее неизвестным результатом в различных областях науки, техники, искусства. Исследовательская деятельность предполагает наличие основных этапов, характерных для научного исследования:

- постановку проблемы,
- ознакомление с литературой по данной проблематике,
- овладение методикой исследования,
- сбор собственного материала,
- его анализ и обобщение,
- выводы.

**Научно-практическая деятельность** в естественно-научной сфере подразумевает получение определенных практических навыков, связанных с решением конкретной научной проблемы, а также овладение связанным с ней математическим аппаратом. В-частности, в приложении к теме выпускной работы, научно-практический характер занятий предполагает:

1. осуществление учащимися самостоятельного поиска интересующих текстовых фрагментов достаточного объема;

2. приведение их к нужному формату для использования в Delphi-программе;
3. эксперименты с самой программой;
4. освоение математических пакетов Maple, Mathcad;
5. знакомство с математическим аппаратом спектрального анализа операторов;
6. попытки придания смысла того или иного вида спектрального портрета;
7. возможность использования современных технологий создания текстового файла путем «наговаривания» в микрофон или преобразования из заготовленного аудиофрагмента;
8. поиск сфер для применения изученной методики;
9. представление полученных знаний в виде совместного творческого проекта (создание фильма);
10. и т. д.

## **Описание цикла**

**Цель курса:** ознакомление старших школьников со спектральным способом идентификации текстов, повышение интереса к естественнонаучному творчеству, расширение знаний детей в области физики и информатики.

### **Задачи курса:**

- знакомство со спектральным способом идентификации текстов;
- практическое применение методики для создания спектрального портрета выбранного текстового фрагмента;
- повторение и углубление знаний по теме «Колебательное движение»;
- ознакомление с работой в математических пакетах Maple, Mathcad, в среде Delphi;
- создание фильма «Раскрывая секреты авторства»

**Длительность курса:** 5 занятий, рассчитанных на 7 часов

Курс рассчитан на 7 часов, включая теоретические и практические занятия. Итогом курса будет снятый школьниками обучающий фильм, где они подробно расскажут о том, чем они занимались на факультативе. Расскажут, что такое спектр, какие спектры бывают, спектр Фурье, 1-ПФР, 2-ПФР, оператор трансляций. Проанализируют программу, которую использовали для идентификации текста.

Так же ребята представят список текстов, с которыми хотели бы поработать, и проанализируют результаты исследования. Сравнят эти тексты по жанрам, авторству, предназначению, а затем их спектральный портрет.

На первом занятии ребятам будет предложен авторский Google-опрос, где они отметят какие литературные произведения, тексты, блоги они читают, какие литературные жанры предпочитают, что уже прочитали и что хотели бы прочесть. Кроме того, в опросе предлагается определить автора и произведение по его фрагменту. По результатам данного опроса (автоматическая статистика сервисов Google) будет выбран ряд текстов,

удовлетворяющих вкусам большинства школьников, для будущего анализа. А также школьники сами предложат литературу, которую они бы хотели проанализировать. Рассматривается возможность создания текстовых файлов путем «наговаривания» в микрофон с использованием современных интернет-технологий.

Варианты для работы могут быть следующими:

1. Произведение из школьной программы, пройденное в этом учебном году.
2. Текст, выбранный по результатам анкетирования.
3. Текст, предложенный школьниками.
4. Книга Джоан Роулинг «Гарри Поттер и философский камень».
5. Книга Джоджо Мойес «До встречи с тобой».
6. Книга Стивена Кинга «Кэрри».
7. Текст популярного блогера.
8. Ряд текстов песен Ольги Бузовой.
9. Текст, не содержащий смысла – «кошка прошлась по клавиатуре».
10. И другие (см. предыдущую главу)

Учащимся будут показаны авторские программы и их оригинальные результаты. Отводится время на освоение математического аппарата метода. Будет дано время на изучение программы и выдвижение предположений о ее предназначении. После этого начнется обсуждение данной программы, объяснение не понятных и спорных моментов.

Далее ребятам предлагается создать спектральный портрет выбранного фрагмента самостоятельно, а затем проанализировать его, сравнив с базой уже имеющихся портретов. Кроме того, предлагается придумать другие сферы для применения методики, порассуждать о возможности использования метода для постановки неврологических диагнозов, для идентификации определенных черт личности и др.

№, название занятия	Тип занятия и его компоненты	Кол-во часов	Цели занятия	Оборудование	Дидактические материалы	Ключевые слова, термины
Семинар № 1. «Колебательные движения»	<i>Систематизация знаний</i>  1. Google-опрос 2. Получение задания на съемку фильма 3. Лекция (презентация) 4. Эксперимент	1 ч	Выяснить литературные предпочтения учащихся, повторить основные термины теории колебаний, с помощью эксперимента сформировать представление о спектральном составе колебательного движения	проектор, компьютер, презентация к уроку, колонка, крахмал, вода, емкость, пищевая пленка.	Google-опрос	Колебание, частота, амплитуда, период, спектр, спектр Фурье.
Семинар № 2,3. «Текст как временной ряд. Инструменты спектрального подхода»	<i>Изучение нового материала</i>  1. Теория статистического анализа текста (лекция, презентация) 2. Знакомство с базой спектральных портретов 3. Съемка фильма учащимися 4. Д/з: найти и подготовить текст для анализа	3 ч	Познакомить учащихся со средствами статистического анализа текстов, в т.ч. со спектральным методом	проектор, компьютеры, презентация к уроку	База спектральных портретов, гистограмм и др. Авторские Delphi-и Mathcad-программы	.txt-файл  Гистограмма, вероятность, 1-ПФР, 2-ПФР, оператор трансляций, матрица, спектр, собственные значения, собственные вектора, резольвента, норма матрицы, комплексное число
Семинар № 4. «Создание самостоятельных спектральных портретов текстовых фрагментов»	<i>Практическое занятие</i>  1. инструктаж, 2. самостоятельное исследование, работа на компьютере 3. д/з: монтаж фильма	2 ч	Самостоятельно построить спектральный портрет выбранного текста	компьютеры	Авторские Delphi-и Mathcad-программы	
Семинар № 5. «Итоги»	<i>Комбинированное занятие</i>  1. Тестирование 2. Просмотр фильма 3. Завершающее обсуждение	1 ч	Контроль, формирование интереса к научному исследованию	проектор, компьютер	тест	

## Конспекты уроков:

### Первый урок

**Тема урока:** «Колебательные движения»

**Класс:** 10-11, профильные.

**Тип занятия:** систематизация знаний

**Задачи урока:**

- **Образовательные:** напомнить, что такое амплитуда, частота, период, спектр, виды спектров, привести примеры, провести эксперимент. Дать определение понятию спектр Фурье.
- **Воспитательные:** воспитать чувство ответственности за свою деятельность и деятельность класса, уважительное отношение к предметам.
- **Развивающие:** способствовать: применению ранее полученных знаний для ответов на поставленные вопросы.

**Оборудование:** проектор, компьютер, опросник, презентация к уроку, крахмал, вода, емкость, колонка, пищевая пленка.

Деятельность учителя	Деятельность учеников
Приветствие учеников. На этом факультативе вы будете проводить спектральный анализ различных текстов и анализировать полученные результаты.	Дети готовятся к занятию.
Ребята, любите ли Вы читать? Как часто Вы читаете? Какие книги предпочитаете? Зачем людям вообще читать?	Отвечают на вопросы, обсуждение спорных моментов.
Давайте проведем небольшой опрос, он анонимный, поэтому отвечайте, пожалуйста, честно  Вам будет предоставлена возможность рассказать о том чем мы занимались на данном курсе в фильме, снятом вами. Вам необходимо будет распределить обязанности: кто снимает, кто рассказывает о физических составляющих данного	Проходят анкетирование.

<p>метода – первый урок, кто говорит об особенностях работы в программе, объясняет полученный спектральный портрет. Все это должно быть представлено максимально понятно и доступно для широкой аудитории – говорить необходимо так, как понимаете вы. Все ваши предложения в этой деятельности будут приветствоваться.</p>	
<p>Отлично.  -А теперь скажите, что такое неньютоновская жидкость? Каковы ее свойства?  Давайте проведем эксперимент. У нас есть колонка, накроем динамик пищевой пленкой и сверху выльем неньютоновскую жидкость. Теперь давайте включим музыку и посмотрим, что же произойдет.  -Почему когда мы меняем мелодию и звук, жидкость начинает двигаться более/менее активно и на разную высоту?  Все верно.  Давайте посмотрим еще видефрагмент.  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=uWP5d2t2JVE">https://www.youtube.com/watch?v=uWP5d2t2JVE</a>  - Что мы видим?  - Что объединяет эти явления?  Приведите еще примеры из этой темы. Дайте определение основных понятий: амплитуда, частота, спектр.  -Какие спектры вы знаете?  Давайте познакомимся с еще одним видом спектров. Это спектр Фурье(дидактические материалы).</p>	<p>Отвечают на вопросы. Проводят эксперимент.</p>  <p>Амплитуда колебаний зависит от частоты звука.</p> <p>Смотрят видео.</p> <p>Делают вывод, что мост неустойчив т.к. возникают колебания близкие к собственной частоте моста. В каждой ситуации рассматривается частота. Приводят примеры. Дают определения.</p> <p>Сплошной, линейчатый, полосатый.</p>
<p>Итак, о чем мы сегодня говорили? Понравилось ли вам? На следующее занятие принесите текст, который бы вы хотели спектрально исследовать, текст должен быть в электронном варианте в блокноте.</p>	<p>Отвечают на вопросы. Записывают задание.</p>

## Опрос.

(.Google - вариант: [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfL\\_EH\\_ydwsZ1r1-fd\\_oqwQg6mt69M5Vtp2TgidatFu9rzy9g/viewform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfL_EH_ydwsZ1r1-fd_oqwQg6mt69M5Vtp2TgidatFu9rzy9g/viewform))

1. Часто ли Вы читаете книги?
  - a. Да
  - b. Нет
  - c. Вообще не читаю
2. Какой жанр предпочитаете?
  - a. Роман
  - b. Фантастика
  - c. Ужасы
  - d. Детектив
  - e. Драма
  - f. Свой вариант \_\_\_\_\_
3. Ваш любимый автор?
  - a. Всех люблю
  - b. Никто не нравится
  - c. Нет предпочтений
  - d. Свой вариант \_\_\_\_\_
4. В каком виде должны быть книги?
  - a. Бумажные
  - b. Электронные
  - c. Не принципиально
5. Можете ли Вы, прочитав несколько книг одного автора, позже по тексту определить его ли это произведение?
  - a. Да
  - b. Нет
6. Какую книгу Вы бы обязательно порекомендовали другу?
  - a. Рекомендую все прочитанные книги
  - b. Не рекомендую книги в принципе
  - c. \_\_\_\_\_
7. О прочтении какой книги Вы бы никому не признались? Почему?
  - a. \_\_\_\_\_
8. Ваша любимая книга?
  - a. \_\_\_\_\_
9. По представленным ниже фрагментам текста попробуйте определить жанр каждого произведения, время в котором оно написано, его название и автора:

а. ...Слава о подвигах сына Зевса давно уже достигла страны амазонок. Поэтому, когда корабль Геракла пристал к Фемискире, вышли амазонки с царицей навстречу герою. Они с удивлением смотрели на великого сына Зевса, который выделялся, подобно бессмертному богу, среди своих спутников-героев. Царица Ипполита спросила великого героя Геракла: - Славный сын Зевса, скажи мне, что привело тебя в наш город? Мир несешь ты нам или войну?

Так ответил царице Геракл:

- Царица, не по своей воле пришел я сюда с войском, совершив далекий путь по бурному морю; меня прислал властитель Микен Эврисфей...

---

(Мифы Древней Греции, 12 подвигов Геракла «Пояс Ипполиты»)

б. ...Лиза возвратилась в хижину свою совсем не в таком расположении, в каком из нее вышла. На лице и во всех ее движениях обнаруживалась сердечная радость. «Он меня любит!» — думала она и восхищалась сею мыслию. «Ах, матушка! — сказала Лиза матери своей, которая лишь только проснулась. — Ах, матушка! Какое прекрасное утро! Как все весело в поле! Никогда жаворонки так хорошо не певали, никогда солнце так светло не сияло, никогда цветы так приятно не пахли!» — Старушка, подпираясь клюкою, вышла на луг, чтобы насладиться утром, которое Лиза такими прелестными красками описывала. Оно, в самом деле, показалось ей отменно приятным; любезная дочь весельем своим развеселяла для нее всю натуру...

---

(Н.М. Карамзин «Бедная Лиза»)

с. ...Я затаил дыхание.

— Эйб? Это ты? — тихо произнес девичий голос. Я решил, что все это мне снится. Я ждал, что девочка скажет еще что-нибудь, но долгое время до меня доносилась только барабанная дробь дождя по крыше. Затем наверху вспыхнул фонарь, и, запрокинув голову, я увидел, что около полудюжины

*ребятишек стоят на коленях вокруг уродливой дыры в полу и смотрят прямо на меня.*

*Их лица были мне знакомы, хотя я и не мог припомнить, где видел их раньше. Они казались мне лицами из полузабытого сна. Где же мы встречались? И откуда они знают, как звали моего дедушку?*

*И тут до меня дошло. Их одежда, странная даже для Уэльса. Их бледные серьезные лица. Вокруг лежали фотографии, глядя на меня снизу так же, как эти дети смотрели на меня сверху. Внезапно я все понял.*

*Я видел их на фотографиях...*

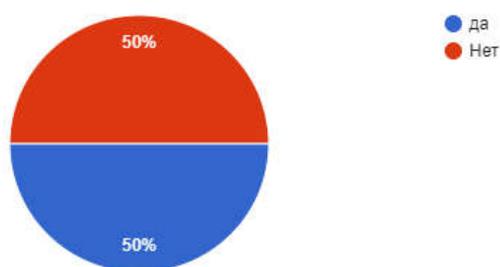
---

*(Ренсом Риггз «Дом странных детей»)*

Google-опрос о литературных предпочтениях и способностях к определению авторства текста, эпохи, и т.д. был дистанционно проведен с учащимися 8-9 классов летнего лагеря «Шира» и студентами 5 курса КГПУ. На основании автоматической статистики опроса сформирован список текстовых фрагментов для исследования. Результаты опроса приведены ниже.

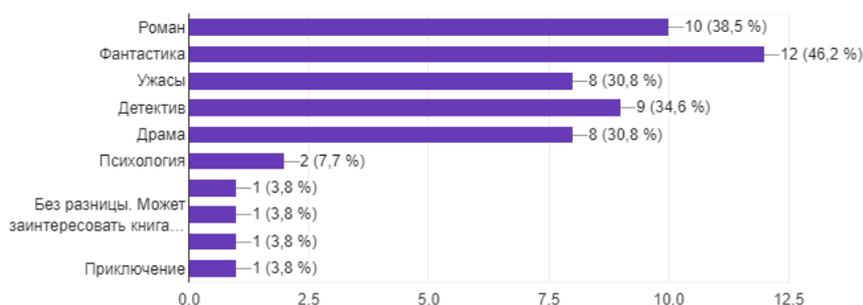
### 1. Часто ли Вы читаете книги?

28 ответов



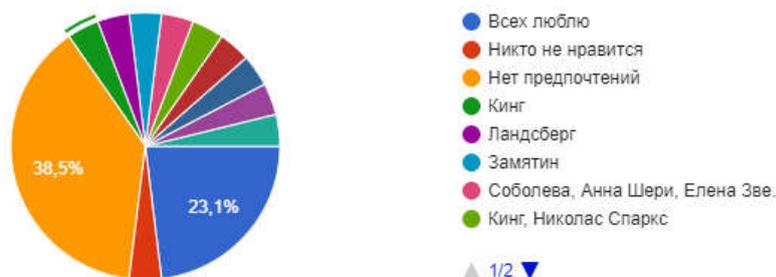
### 2. Какой жанр предпочитаете?

26 ответов



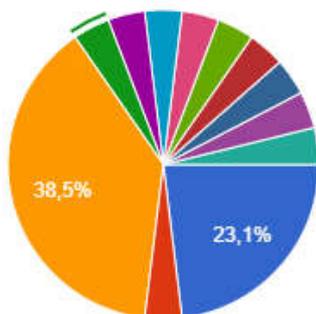
### 3. Ваш любимый автор?

26 ответов



### 3. Ваш любимый автор?

26 ответов

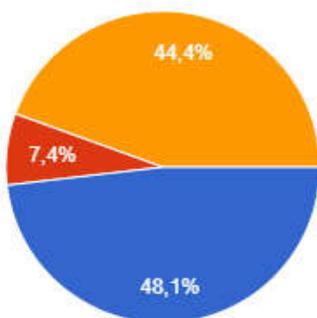


- Джон Грин
- Виктор Пелевин
- И.С. Тургенев
- Дрю Карпишин

▲ 2/2 ▼

### 4. В каком виде должны быть книги?

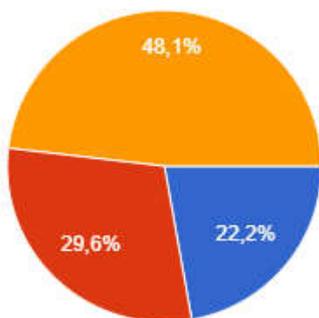
27 ответов



- Бумажные
- Электронные
- Не принципиально

### 5. Можете ли Вы, прочитав несколько книг одного автора, позже по тексту определить его ли это произведение?

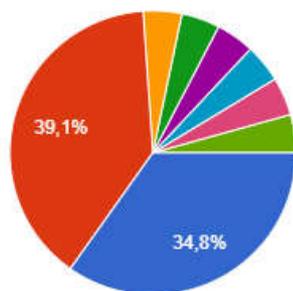
27 ответов



- Да
- Нет
- Иногда

## 6. Какую книгу Вы бы обязательно порекомендовали другу?

23 ответа



- Рекомендую все прочитанные книги
- Не рекомендую книги в принципе
- Друзей не выбирают
- "Вино из одуванчиков" Рэй Брэдбери
- Ожегов. «Словарь русского языка»
- Убить пересмешника, преступление и наказание, тринадцатая сказка,...
- Ты, которая особенно затронула м...
- Generation "П"

## 7. О прочтении какой книги Вы бы никому не признались? Почему?

18 ответов

Эммм
Думаю, такой пока нет.
"всё о сексе" потому что теперь я гуру секса, а гуру должен быть только 1
БДСМ
О всех могу рассказать
нет такой
Атлас анатомии человека или животных с кучей медицинских терминов...
Не читаю чего-то запрещённого ;)
Лол никакой
Такой нет
Я не знаю ответ на этот вопрос
50 дней до моего самоубийства, потому что её посчитаю плохой

## 8. Ваша любимая книга?

22 ответа

Телекинез
"Мастер и маргарита" Булгаков, "Мы" Замятин
Ландсберг. "Элементарный учебник физики"
Женщина в белом
Их много. Большая часть - в вопросе о рекомендации другу.
Девушка из каюты 10
Серия книг о Гарри Поттере
Их много
О чем говорят женщины , о чем молчат мужчины
все
Нет
Анна Тодд «После»

## 8. Ваша любимая книга?

22 ответа

Нет
Анна Тодд «После»
Виноваты Звезды
Виноваты звезды
Фауст
Generation "П"
Бести блэкстоуна
"Коралина" Нил Гейман
В метре от друг друга
И. С. Тургенев. "Отцы и дети"
Mass effect открытие
Нету

## Второй и третий урок

**Тема урока:** «Текст как временной ряд. Инструменты спектрального подхода»

**Класс:** 10-11, профильные.

**Тип урока:** комбинированный.

**Задачи урока:**

- **Образовательные:** дать определения понятий 1-ПФР, 2-ПФР, оператор трансляций.
- **Воспитательные:** воспитать чувство ответственности за свою деятельность и деятельность класса, уважительное отношение к предметам.
- **Развивающие:** способствовать: применению ранее полученных знаний для ответов на поставленные вопросы.

**Оборудование:** проектор, компьютер, презентация к уроку, авторские программы в Delphi, Mathcad.

Деятельность учителя	Деятельность учеников
Приветствие учеников. -Чем вы занимались на прошлом занятии? - Что нового узнали?	Готовятся к занятию. Отвечают на вопросы.
-Сегодня мы будем работать с программой, позволяющей строить спектральный портрет различных текстов, научимся по этим портретам определять жанр данных текстов, возможных авторов. Анализировать время написания и возраст автора, определять частоту встречаемости различных символов, сравним некоторые спектральные портреты, и вероятно, сделаем неожиданные выводы. Демонстрируется программа в Delphi, объясняется принцип работы. 1. Совместно строится спектральный портрет текста, с пояснениями, какая процедура за что отвечает, как необходимо прикреплять текст в программу. 2. Появляются промежуточные результаты: матрицы 1-ПФР и 2-ПФР, оператор	Слушают учителя.

<p>трансляций.</p> <p>3. Анализируются полученные матрицы, выделяются их особенности.</p> <p>4. Объясняются особенности полученного спектрального портрета.</p> <p>После объяснения особенностей работы в программе школьникам предлагается самостоятельно поработать с ней. Для этого им предлагается сесть за компьютеры и индивидуально/в парах построить самостоятельно спектральный протрет ряда тестов.</p> <p>Ребятам предлагается сравнить все полученные спектральные портреты, выделить их сходство и различия.</p>	<p>Смотрят, запоминают принцип работы с программой. Конспектируют.</p> <p>Знакомятся с базой спектральных портретов.</p> <p>Работают в программе.</p> <p>Сравнивают полученные спектральные портреты.</p>
<p>-Являются ли полученные спектральные портреты для вас информативными и понятными?</p> <p>-Можно ли использовать этот способ идентификации текстов в медицине? Как?</p> <p>-Что еще можно добавить в программу?</p> <p>-Что лишнее и это можно вообще убрать?</p> <p>- Где еще можно применить эту программу?</p> <p>-Стоит ли вводить данный способ в «массы»?</p> <p>- Какие еще плюсы и минусы данного метода идентификации текстов вы можете выделить?</p>	<p>Отвечают на вопросы.</p>
<p>На следующем занятии сами работаете с программой, принесите тексты.</p>	<p>Записывают задание. Задают уточняющие вопросы.</p>

## Четвертый урок

**Тема урока:** «Создание самостоятельного спектрального портрета»

**Класс:** 10-11, профильные.

**Тип урока:** практическое занятие.

**Задачи урока:**

- **Образовательные:** вспомнить, определения понятий амплитуда, частота, период, спектр, виды спектров, 1-ПФР, 2-ПФР, оператор трансляций, получение навыка построения спектрального портрета.
- **Воспитательные:** воспитать чувство ответственности за свою деятельность и деятельность класса, уважительное отношение к предметам.
- **Развивающие:** способствовать: применению ранее полученных знаний для ответов на поставленные вопросы.

**Оборудование:** компьютеры, презентация к уроку, авторские программы в Delphi, Mathcad.

Деятельность учителя	Деятельность учеников
Приветствует учащихся. Предлагает подготовиться к уроку.	Готовятся к уроку.
Предлагает вспомнить, чем занимались на прошлом занятии.	Вспоминают изученный материал.
Сегодняшнее занятие будет посвящено созданию самостоятельного спектрального портрета, съемке обучающего фильма.	Рассказывают свои наработки. Предложения, проговаривают подготовленный текст. Задают уточняющие вопросы.
Помогает учащимся.  Домашнее задание: Смонтировать отснятый материал.	Строят спектральный портрет текстов принесенных из дома и подготовленных заранее и текстов предложенных учителем. Демонстрируются результаты работы в программе. Съемка документального фильма «Раскрывая секреты автора». Рассказывают о полученных знаниях, ходе своей работы, всех предположениях и их подтверждениях/неудачах. Оригинальное, максимально доступное объяснение материала, не в форме однотипной лекции, а в виде «прямого эфира» или шоу «Галилео», возможно в виде блога «юных физиков».

## Пятый урок

**Тема урока:** «Итоги»

**Класс:** 10-11, профильные.

**Тип урока:** комбинированный урок

**Задачи урока:**

- **Образовательные:** Контроль, формирование интереса к научному исследованию.
- **Воспитательные:** воспитать чувство ответственности за свою деятельность и деятельность класса, уважительное отношение к предметам.
- **Развивающие:** способствовать: применению ранее полученных знаний для ответов на поставленные вопросы.

**Оборудование:** проектор, компьютер, снятый фильм, тест.

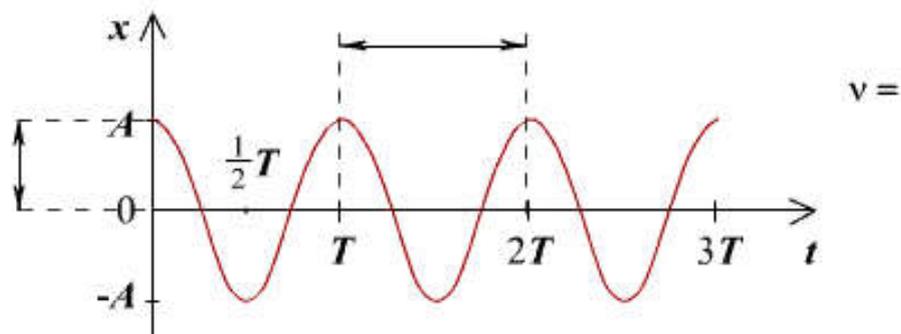
Деятельность учителя	Деятельность учеников
Предлагает вспомнить все, что было пройдено за время курса. Предлагает закрепить полученные знания. Пройти тест.	Рассказывают, чем занимались на прошлых занятиях. Проходят тест.
Включает совместно снятый фильм с итогами работы курса.	Смотрят фильм. Обсуждают фильм, все ли получилось, как задумано, что нужно сделать иначе, что получилось хорошо. Поняты ли материал, представленный в фильме.
Подводит итог курса. Спрашивает, стоит ли продолжать данный курс, углублять его. Что еще можно рассматривать в рамках данного курса.	Отвечают на вопросы. Делают предложения, как улучшить курс. О чем необходимо рассказать по подробнее, что вообще не стоит упоминать.  В каких сферах можно найти применение изученной методике.

## Тест

### 1. Соотнесите вид спектра с его определением...

<b>1) Линейчатые спектры</b>	А) состоят из отдельных полос, которые разделены темными промежутками. При помощи весьма хорошего спектрального аппарата можно увидеть, что все полосы состоят из большого числа близко лежащих линий. Спектры излучают молекулы, которые не связаны либо слабо связаны друг с другом.
<b>2) Непрерывные спектры</b>	Б) складываются из отдельных спектральных линий, это признак того, что вещество излучает свет конкретных длин волн в определенных, очень узких спектральных интервалах. Все линии имеют конечную длину.
<b>3) Полосатые спектры</b>	С) дают тела, которые находятся в твердом либо жидком состоянии, или очень сжатые газы. Что бы получить спектр, тело необходимо нагреть до большой температуры.

2. Повторяющийся в той или иной степени во времени процесс изменения состояний системы около точки равновесия
- Колебания
  - Частота
  - Амплитуда
  - Период
3. Физическая величина, характеристика периодического процесса, равна количеству повторений или возникновения событий (процессов) в единицу времени.
- Колебания
  - Частота
  - Амплитуда
  - Период
4. В каких случаях возникает резонанс?
- Частота собственных колебаний совпадает с частотой вынуждающей силы
  - Частота собственных колебаний не совпадает с частотой вынуждающей силы
5. Укажите на рисунке амплитуду и период колебаний, определите частоту



6. Изменение состояния среды (возмущение), распространяющееся в этой среде и переносящее с собой энергию –

- a. Волна
- b. Спектр
- c. Резонанс
- d. Амплитуда

7. 1-ПФР-это...

- a. Эмпирическая вероятность обнаружения данной буквы в тексте из  $N$  символов,  $f_N = \frac{k_i}{N}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$
- b. Эмпирическая вероятность обнаружения буквосочетания  $i$ -той и  $j$ -той букв в тексте длиной  $N$ ,  $f_N(i, j) = \frac{k_{ij}}{N_{ij}}$
- c. Условная вероятность того, что буква  $j$  отстоит от  $i$  на  $l-1$  символ

8. 2-ПФР - это...

- a. Эмпирическая вероятность обнаружения данной буквы в тексте из  $N$  символов,  $f_N = \frac{k_i}{N}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$
- b. Эмпирическая вероятность обнаружения буквосочетания  $i$ -той и  $j$ -той букв в тексте длиной  $N$ ,  $f_N(i, j) = \frac{k_{ij}}{N_{ij}}$
- c. Условная вероятность того, что  $j$ -тая буква отстоит на  $0$  шагов от  $i$ , т.е. находится рядом справа

## Заключение

### *Результаты и выводы:*

1. Изучены инструменты спектрального подхода к идентификации литературных фрагментов.
2. Разработано Delphi-приложение для расчета 1-ПФР, 2-ПФР и операторов трансляций на  $l$  шагов.
3. Созданы программы в математических пакетах Maple, Mathcad для расчета и анализа спектрального состава матричных операторов.
4. Построены спектральные портреты для большого числа текстовых фрагментов различной авторской, жанровой и временной принадлежности.
5. Обнаружено свойство компактификации спектральных портретов, а также изменение их морфологии при увеличении объема текста.
6. Предложена возможность применения анализа морфологии спектральных портретов для постановки медицинских диагнозов, для идентификации различных черт личности.
7. Рассматривается возможность повышения точности идентификации путем рассмотрения интегрального оператора  $P = \sum_{l=1}^{max} C_l \cdot P_{ij}(l)$ , аналогичного разложению в ряд Тейлора.
8. Разработан учебный цикл для профильных 10-11 классов в рамках научно-практической деятельности учащихся, включающий средства проблемного обучения, позволяющий осуществить доступное и увлекательное знакомство школьников с данной научной проблемой.
9. Дистанционно проведен Google-опрос учащихся 8-9 классов летнего лагеря «Шира» и студентов 5 курса КГПУ об их литературных предпочтениях и способностях к определению авторства текста, эпохи, и т.д., на основании которого сформирован список текстовых фрагментов для исследования.

**Апробация работы:** Работа была представлена на конференции «Молодежь и наука XXI века», где была отмечена дипломом лауреата III степени.

## Список использованной литературы

1. Арутюнов А.А. [и др.]/ Статистические закономерности европейских языков и анализ рукописи Войнич. // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2016. № 52. 36 с.
2. Али Баба и 40 разбойников. Звонница-МГ. 2019. С.16.
3. Большакова Е.И., Клышинский Э.С.,[др.]. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика: учебное пособие Е.В. — М.: МИЭМ, 2011. — 272 с.
4. Борисов Л.А., Орлов Ю.Н., Осминин К.П. Идентификация автора текста по распределению частот буквосочетаний // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2013 № 27 26 с. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2013-27> (дата обращения: 14.03.2019).
5. Временные ряды. 16 Февраля 2015 [Электронный ресурс] URL: <https://helpiks.org/2-62134.html> (дата обращения: 26.04.2019).
6. Генденштейн Л. Э., Кошкина А. В.: Физика 10 класс. Рабочие программы с методическими рекомендациями (базовый и углубленный уровни) – М.: Мнемозина, Москва, 2015. 8.
7. Генденштейн Л. Э., Кошкина А. В.: Физика. 11 класс. Рабочие программы с методическими рекомендациями (базовый и углубленный уровни) - М.: Мнемозина, Москва, 2015.
8. Генератор бессмысленного текста / 2015. [Электронный ресурс] URL: <https://shra.ru/2015/04/> (дата обращения: 24.04.2019).
9. Гоголева В. А., Шкарапута А. П. Математический подход к установлению авторства и времени создания текста на основе исследования его энтропии // Вестник Пермского университета. 2014 № 27.
10. Достоевский Ф.М. Бедные люди // Время. 2017. С. 160.
11. Козбарь А.И. Прикладная математическая статистика. М.: Физматлит, 2006. 816с.

12. Колмогоров А.Н. Основные понятия теории вероятностей. М.: Наука, 1974. С.120.
13. Королюк В.С., Портенко Н.И., [др.] Справочник по теории вероятностей и математической статистике. М.: Наука, 1985. С. 640.
14. Кузенков Н.П., Логинов В. М. Использование метода нормированного размаха при анализе речевых патологий неврологического генеза. Компьютерные исследования и моделирование. 2014 Т. 6 №5 С. 775–791.
15. МойесДжоджо. До встречи с тобой //Азбука-Аттикус. 2013. С. 105.
16. Норма матрицы // 2013. ТГПУ им. Л. Н. Толстого. [Электронный ресурс] URL: <http://poivs.tsput.ru/ru/Math/Algebra/LinearAlgebra/Matrices/MatrixNorm>(дата обращения: 28.05.2019).
17. Орлов Ю.Н., Осминин К.П. Методы статистического анализа литературных текстов. Москва, Книжный дом «Либроком», 2017, 312 с.
18. Орлов Ю.Н., Осминин К.П. Определение жанра и автора литературного произведения статистическими методами // Прикладная информатика, 2010. Т. № 2. С. 95-108.
19. Орлов Ю.Н., Осминин К.П. Построение выборочной функции распределения для прогнозирования нестационарного временного ряда // ИТВС, 2008. № 9. С.23-33.
20. Орлов Ю.Н., Осминин К.П. Определение жанра и автора литературного произведения статистическими методами // Прикладная информатика, 2010. Т. 26. № 2. С. 95-108.
21. Орлов Ю.Н., Осминин К.П. Нестационарные временные ряды: методы прогнозирования с примерами анализа финансовых и сырьевых рынков. – М.: Книжный дом «Либроком», 2010. – 384 с.
22. Пушкин А.С. Капитанская дочка // Фактор. 1836. С. 130.
23. Рисунки и записки шизофреников // 24 апреля 2017. Электронный ресурс] URL: [http://www.litsovet.ru/index.php/material.read?material\\_id=20901](http://www.litsovet.ru/index.php/material.read?material_id=20901) (дата обращения: 24.04.2019).

- 24.Роулинг Джоан. Гарри Поттер и философский камень // Росмэн. 1997. С. 270.
- 25.Среднее образование. Профильные 10-11 классы: образование, программа, обучение, профессии.2017. [Электронный ресурс] URL: <https://obrazovanie.guru/srednee-obrazovanie-i-shkola/profilnye-klassy.html> (дата обращения: 22.05.2019).
26. Тексты песен Ольги Бузовой. 2018.[Электронный ресурс] URL: <https://musicprofile.ru/olga-buzova/texts>(дата обращения: 24.04.2019).
- 27.Уилкс С. Математическая статистика. М.: Наука 1967. С. 632.
- 28.Урбах В.Ю. К учету корреляции между буквами алфавита при вычислении количества информации в сообщении // Проблемы кибернетики. 1963.Вып.10.С. 111-117.
- 29.ФГОС СОО (10 -11 классы) Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования [Электронный ресурс] URL: [https://nsportal.ru/sites/default/files/2019/01/15/fgos\\_srednego\\_obshchego\\_obrazovaniya.pdf](https://nsportal.ru/sites/default/files/2019/01/15/fgos_srednego_obshchego_obrazovaniya.pdf)(дата обращения: 22.05.2019).
- 30.Хинчин А.Я. Работы по математической теории массового обслуживания. 4-е издание. М.: Книжный дом «Либроком» / URSS, 2010. С. 240.
- 31.Хорошие песни. Скруджи – слова и тексты песен. [Электронный ресурс]URL:[http://goodsongs.com.ua/artist7804\\_skrudji.html](http://goodsongs.com.ua/artist7804_skrudji.html)(дата обращения: 24.04.2019).

# Приложение 1

## Текст Delphi-программы

```
unit analyse_txt;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls;

const N_lett_alph=33; {количество букв в русском алфавите}
      di=1;          {шаг скаттерграммы}

      BkColor=clInfoBk;

type
  TForm1 = class(TForm)
    Button1: TButton;
    Button2: TButton;
    Button3: TButton;
    Memo1: TMemo;
    Memo2: TMemo;
    PaintBox1: TPaintBox;
    PaintBox2: TPaintBox;
    PaintBox3: TPaintBox;
    PaintBox4: TPaintBox;
    PaintBox5: TPaintBox;
    PaintBox6: TPaintBox;
    PaintBox7: TPaintBox;
    PaintBox8: TPaintBox;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure Button3Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

const
  alph : array[1..N_lett_alph] of string =( 'а','б','в','г','д','е','ё','ж','з','и','й','к','л','м','н','о',
      'п','р','с','т','у','ф','х','ц','ч','ш','щ','ь','ы','ъ','э','ю','я');
  alph2 : array[1..N_lett_alph] of string =( 'А','Б','В','Г','Д','Е','Ё','Ж','З','И','Й','К','Л','М','Н','О',
      'П','Р','С','Т','У','Ф','Х','Ц','Ч','Ш','Щ','Ь','Ы','Ъ','Э','Ю','Я');
  {
    alph : array[1..N_lett_alph] of string =( 'а'..'я');
    alph2 : array[1..N_lett_alph] of string =( 'А'..'Я');
  }

var
  Form1: TForm1;

  i,j,k,rang : integer;
  f : text;
  Stroka : array[1..100000] of string;
  S : array[1..1000000] of real;
  N_str, N_stb : integer;    {число строк и столбцов в dat - файле}

  N : array[1..N_lett_alph] of integer;
  N2_1, N2_2 : array[1..N_lett_alph, 1..N_lett_alph] of integer;
  p2_1, p2_2, P_trans_1, P_trans_2 : array[1..N_lett_alph, 1..N_lett_alph] of real;
```

```

x : array[1..10000000] of byte; {случайный ряд номеров букв}
p,Zipfa_Pareto : array[1..N_lett_alph] of real;
alph_rank : array[1..N_lett_alph] of string;

```

```

Pause, Process_end: boolean;
st,st_i : string;

```

```

x1,x2,y1,y2,
mx1,my1,d_x1,d_y1,
mx2,my2,d_x2,d_y2,
mx3,my3,d_x3,d_y3,
mx4,my4,d_x4,d_y4,
mx5,my5,d_x5,d_y5,
mx6,my6,d_x6,d_y6,
mx7,my7,d_x7,d_y7,
mx8,my8,d_x8,d_y8      : integer;
mas_x_gist, mas_gist,
mas_rang, mas_ZP,
mas_ln_rang, mas_ln_ZP,
mas_x_GusZ, mas_y_GusZ,
mas_i, masX,
mas_skatx, mas_skaty,
mas_V, mas_S,
mas_skat_Sx, mas_skat_Sy : real;
V      : longint;
ft Fij_1, ft Pij_1, ft Fij_2, ft Pij_2 : text;
name_of_text : string;

```

implementation

```
{SR *.dfm}
```

```

procedure analyse_key;
begin
  Application.ProcessMessages; {Чтобы анализировала, нажимаются ли кнопки во время исполнения}
  if Process_end=true then halt;
  if Pause=true then repeat Application.ProcessMessages; until Pause=false;
end;

```

```

procedure Read_x_from_file;
var file_txt : string;
    vibor : integer;
begin
  vibor:=2401;
  case vibor of
    1: name_of_text:='pushkin Я помню чудное мгновенье';
    2: name_of_text:='пушкин Капитанская дочка';
    3: name_of_text:='тургенев';
    4: name_of_text:='маяковский лиличка';
    5: name_of_text:='маяковский про это';
    6: name_of_text:='научно-популярный';
    7: name_of_text:='курс валют';
    8: name_of_text:='random';
    9: name_of_text:='aaaaa';
    //-----
    10: name_of_text:='песни Бузовой';
    11: name_of_text:='фразы Макса+100500';
    12: name_of_text:='песни Скруджи';
    13: name_of_text:='шизофрения';
    14: name_of_text:='Джоан Роулинг - Гарри Поттер и философский камень';
    15: name_of_text:='Восточные Али Баба и 40 разбойников';
    16: name_of_text:='бессмыслица из слов';

```

```

17: name_of_text:='случайный сделано word_ом';
18: name_of_text:='Рыба-текст Lorem Ipsum';
19: name_of_text:='random_text'; //абракадабра (моя) с равномерным распределением букв
20: name_of_text:='Статья Кислова';
21: name_of_text:='Мойес До встречи с тобой';
22: name_of_text:='молодежный чат';
23: name_of_text:='детский чат Lonely';
//
2401: name_of_text:='До встречи с тобой 01 (5 стр)';
241: name_of_text:='До встречи с тобой 1 (18 стр)';
242: name_of_text:='До встречи с тобой 2 (36 стр)';
243: name_of_text:='До встречи с тобой 3 (54 стр)';
244: name_of_text:='До встречи с тобой 4 (72 стр)';
245: name_of_text:='До встречи с тобой 5 (80 стр)';
246: name_of_text:='До встречи с тобой 6 (98 стр)';
247: name_of_text:='До встречи с тобой 7 (116 стр)';
248: name_of_text:='До встречи с тобой 8 (134 стр)';
249: name_of_text:='До встречи с тобой 9 (152 стр)';
2410: name_of_text:='До встречи с тобой 10 (170 стр)';
2411: name_of_text:='До встречи с тобой 11 (188 стр)';
2412: name_of_text:='До встречи с тобой 12 (206 стр)';
2413: name_of_text:='До встречи с тобой 13 (224 стр)';
2414: name_of_text:='До встречи с тобой 14 (242 стр)';
2415: name_of_text:='До встречи с тобой 15 (260 стр)';
2416: name_of_text:='До встречи с тобой 16 (277 стр)';
//-----
25: name_of_text:='ПОСЛАНИЯ ИВАНА ГРОЗНОГО';
26: name_of_text:='Илиада';
27: name_of_text:='Шекспир Гамлет фрагмент';
28: name_of_text:='Плач по священному Ниппуру';
end;

file_txt:=name_of_text+'.txt';

AssignFile(f,file_txt); reset(f);

i:=1;
repeat
  Readln(f, Stroka[i]);
  inc(i);
until Eof(f); close(f);
N_str:=i-1;
end;

procedure analys_strok;
var ja: integer;
    pj_V : real; {вероятность символа при данном текущем объеме текста}
begin
  for j:=1 to N_lett_alph do N[j]:=0;

  V:=0; {полное количество букв в тексте (объем текста)}
  for i:=1 to N_str do
    for k:=1 to length(Stroka[i]) do
      for j:=1 to N_lett_alph do
        if (Stroka[i][k]=alph[j]) or (Stroka[i][k]=alph2[j])
        then begin V:=V+1; {V - очередной номер буквы и текущее значение полного объема текста}
            x[V]:=j; {заполняем случайный ряд номеров букв}
            inc(N[j]); {количество букв данного вида}
            S[V]:=0; {вычисляем энтропию этого отрезка текста до буквы номер V}
            for ja:=1 to N_lett_alph do begin pj_V:=N[ja]/V;
                if pj_V <> 0 then
                  S[V]:=S[V] - pj_V * ln(pj_V); //ln(2);
            end;
        end;
      end;
    end;
  end;
end;

```

```

// S[V]:=S[V] - pj_V * ln(pj_V)/ln(2); было!!!
{если pj_V=0, то вклад такого слагаемого в энтропию =0,
т.к. lim p*ln(p) =0 при p->0}
end;

end;
{V:=0; for j:=1 to N_lett_alph do V:=V+N[j];}
for j:=1 to N_lett_alph do p[j]:=N[j]/V; // вероятности появления букв в тексте
end;

procedure initialgraph;
begin
mx1:=Form1.PaintBox1.width; my1:=Form1.PaintBox1.height; {гистограмма}
mx2:=Form1.PaintBox2.width; my2:=Form1.PaintBox2.height; {ранжированное распределение}
mx3:=Form1.PaintBox3.width; my3:=Form1.PaintBox3.height; {закон Зипфа-Парето, ln(ранжир распред)}
mx4:=Form1.PaintBox4.width; my4:=Form1.PaintBox4.height; {числовой аналог текста - номера букв}
mx5:=Form1.PaintBox5.width; my5:=Form1.PaintBox5.height; {скаттерграмма случайного процесса}
mx6:=Form1.PaintBox6.width; my6:=Form1.PaintBox6.height; {зависимость энтропии от объема текста}
mx7:=Form1.PaintBox7.width; my7:=Form1.PaintBox7.height; {скаттерграмма S(V)}
mx8:=Form1.PaintBox8.width; my8:=Form1.PaintBox8.height; {График на соответствие закону Гусейна-Заде}

d_x1:=Round(mx1/30); d_y1:=Round(my1/10);
d_x2:=Round(mx2/30); d_y2:=Round(my2/5);
d_x3:=Round(mx3/30); d_y3:=Round(my3/5);
d_x4:=Round(mx4/30); d_y4:=Round(my4/5);
d_x5:=Round(mx5/30); d_y5:=Round(my5/5);
d_x6:=Round(mx6/30); d_y6:=Round(my6/5);
d_x7:=Round(mx7/30); d_y7:=Round(my7/5);
d_x8:=Round(mx8/30); d_y8:=Round(my8/5);

mas_x_gist :=(mx1-2*d_x1)/(1.1*N_lett_alph); mas_gist :=(my1-2*d_y1)/(0.15);
mas_rang :=(mx2-2*d_x2)/(1.1*N_lett_alph); mas_ZP :=(my2-2*d_y2)/(0.15);
mas_ln_rang :=(mx3-2*d_x3)/ln(1.1*N_lett_alph); mas_ln_ZP :=(my3/2-d_y3)/abs(ln(0.01));
mas_x_GusZ :=(mx8-2*d_x8)/ln(1.1*N_lett_alph); mas_y_GusZ :=(my8/2-d_y8)/abs(0.1);
mas_i :=(mx4-2*d_x4)/(1.1*V); masX :=(my4-2*d_y4)/(1.1*N_lett_alph);
mas_skatx :=(mx5-2*d_x5)/(1.1*N_lett_alph); mas_skaty :=(my5-2*d_y5)/(1.1*N_lett_alph);
mas_V :=(mx6-2*d_x6)/(1.1*V); mas_S :=(my6-2*d_y6)/5;
mas_skat_Sx :=(mx7-2*d_x7)/(1.1*5); mas_skat_Sy :=(my7-2*d_y7)/(1.1*5);

{тенивые обрамления окон}
Form1.PaintBox1.Canvas.Pen.Color := clBlack;
Form1.PaintBox1.Canvas.Pen.Width := 1;
{ Form1.PaintBox1.Canvas.Brush.Style := bsSolid;}
Form1.PaintBox1.Canvas.Brush.Color := BkColor;
Form1.PaintBox1.Canvas.FillRect(Rect(0,0,mx1,my1));
Form1.PaintBox1.Canvas.Rectangle(0+1,0+1,mx1-1,my1-1);

Form1.PaintBox2.Canvas.Pen.Color := clBlack;
Form1.PaintBox2.Canvas.Pen.Width := 1;
{ Form1.PaintBox2.Canvas.Brush.Style := bsSolid;}
Form1.PaintBox2.Canvas.Brush.Color := BkColor;
Form1.PaintBox2.Canvas.FillRect(Rect(0,0,mx2,my2));
Form1.PaintBox2.Canvas.Rectangle(0+1,0+1,mx2-1,my2-1);

Form1.PaintBox3.Canvas.Pen.Color := clBlack;
Form1.PaintBox3.Canvas.Pen.Width := 1;
{ Form1.PaintBox3.Canvas.Brush.Style := bsSolid;}
Form1.PaintBox3.Canvas.Brush.Color := BkColor;
Form1.PaintBox3.Canvas.FillRect(Rect(0,0,mx3,my3));
Form1.PaintBox3.Canvas.Rectangle(0+1,0+1,mx3-1,my3-1);

Form1.PaintBox4.Canvas.Pen.Color := clBlack;

```

```

Form1.PaintBox4.Canvas.Pen.Width := 1;
{ Form1.PaintBox4.Canvas.Brush.Style := bsSolid;}
Form1.PaintBox4.Canvas.Brush.Color := BkColor;
Form1.PaintBox4.Canvas.FillRect(Rect(0,0,mx4,my4));
Form1.PaintBox4.Canvas.Rectangle(0+1,0+1,mx4-1,my4-1);

```

```

Form1.PaintBox5.Canvas.Pen.Color := clBlack;
Form1.PaintBox5.Canvas.Pen.Width := 1;
{ Form1.PaintBox5.Canvas.Brush.Style := bsSolid;}
Form1.PaintBox5.Canvas.Brush.Color := BkColor;
Form1.PaintBox5.Canvas.FillRect(Rect(0,0,mx5,my5));
Form1.PaintBox5.Canvas.Rectangle(0+1,0+1,mx5-1,my5-1);

```

```

Form1.PaintBox6.Canvas.Pen.Color := clBlack;
Form1.PaintBox6.Canvas.Pen.Width := 1;
{ Form1.PaintBox6.Canvas.Brush.Style := bsSolid;}
Form1.PaintBox6.Canvas.Brush.Color := BkColor;
Form1.PaintBox6.Canvas.FillRect(Rect(0,0,mx6,my6));
Form1.PaintBox6.Canvas.Rectangle(0+1,0+1,mx6-1,my6-1);

```

```

Form1.PaintBox7.Canvas.Pen.Color := clBlack;
Form1.PaintBox7.Canvas.Pen.Width := 1;
{ Form1.PaintBox7.Canvas.Brush.Style := bsSolid;}
Form1.PaintBox7.Canvas.Brush.Color := BkColor;
Form1.PaintBox7.Canvas.FillRect(Rect(0,0,mx7,my7));
Form1.PaintBox7.Canvas.Rectangle(0+1,0+1,mx7-1,my7-1);

```

```

Form1.PaintBox8.Canvas.Pen.Color := clBlack;
Form1.PaintBox8.Canvas.Pen.Width := 1;
{ Form1.PaintBox8.Canvas.Brush.Style := bsSolid;}
Form1.PaintBox8.Canvas.Brush.Color := BkColor;
Form1.PaintBox8.Canvas.FillRect(Rect(0,0,mx8,my8));
Form1.PaintBox8.Canvas.Rectangle(0+1,0+1,mx8-1,my8-1);

```

```

Form1.PaintBox1.Canvas.TextOut(round(15),3,'эмпирическая ВЕРОЯТНОСТЕЙ БУКВ В ДАННОМ ТЕКСТЕ ( 1-
ПФР )');
Form1.PaintBox2.Canvas.TextOut(round(mx2/3),3,'РАНЖИРОВАННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БУКВ');
Form1.PaintBox3.Canvas.TextOut(round(mx3/9),3,'СООТВЕТСТВИЕ ЗАКОНУ ЦИПФА-ПАРЕТО (РАНЖИР-Е В
ДВОЙНЫХ ЛОГ.К-ТАХ)');
Form1.PaintBox4.Canvas.TextOut(round(mx4/9),3,'ЧИСЛОВОЙ АНАЛОГ ТЕКСТА (РЯД НОМЕРОВ БУКВ)');
Form1.PaintBox5.Canvas.TextOut(round(mx5/9),3,'СКАТТЕРГРАММА СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА');
Form1.PaintBox6.Canvas.TextOut(round(mx6/9),3,'ЗАВИСИМОСТЬ ЭНТРОПИИ ОТ ОБЪЕМА ТЕКСТА');
Form1.PaintBox7.Canvas.TextOut(round(mx7/9),3,'СКАТТЕРГРАММА S(V)');
Form1.PaintBox8.Canvas.TextOut(round(mx8/9),3,'СООТВЕТСТВИЕ ЗАКОНУ ГУСЕЙНА-ЗАДЕ');

```

```

{-----Оси гистограммы-----}

```

```

With Form1.PaintBox1.Canvas do begin

```

```

Pen.color:=clBlack;

```

```

x1:=round(d_x1); y1:=round(my1-d_y1);

```

```

x2:=round(d_x1); y2:=round(d_y1);

```

```

PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]); TextOut(round(d_x1/3),d_y1,'p=dN/N');

```

```

x1:=round(d_x1); y1:=round(my1-d_y1);

```

```

x2:=round(mx1-d_x1); y2:=round(my1-d_y1);

```

```

PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]); TextOut(mx1-round(3*d_x1),round(my1-1.5*d_y1),'буквы');
end;

```

```

{-----Оси ранжированного распределения-----}

```

```

With Form1.PaintBox2.Canvas do begin

```

```

Pen.color:=clBlack;

```

```

x1:=round(d_x2); y1:=round(my2-d_y2);

```

```

x2:=round(d_x2); y2:=round(d_y2);

```

```

PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]); TextOut(round(d_x2/3),d_y2,'p=dN/N');

```

```

x1:=round(d_x2); y1:=round(my2-d_y2);
x2:=round(mx2-d_x2); y2:=round(my2-d_y2);
PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]); TextOut(mx2-round(5*d_x2),round(my2-1.5*d_y2),'ранг буквы');
end;
{-----оси ln Zipfa Paretto-----}
With Form1.PaintBox3.Canvas do begin
Pen.color:=clBlack;
x1:=round(d_x3); y1:=round(my3-d_y3);
x2:=round(d_x3); y2:=round(1/2*d_y3);
PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]); TextOut(5,5,'ln p');
x1:=round(d_x3); y1:=round(my3/2);
x2:=round(mx3-d_x3); y2:=y1;
PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]); TextOut(mx3-round(3*d_x3),round(1.2*d_y3),'ln rang');
end;
{-----оси для закона Гусейна-Заде -----}
With Form1.PaintBox8.Canvas do begin
Pen.color:=clBlack;
x1:=round(d_x8); y1:=round(my8-d_y8);
x2:=round(d_x8); y2:=round(1/2*d_y8);
PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]); TextOut(5,5,'p');
x1:=round(d_x8); y1:=round(my8/2);
x2:=round(mx8-d_x8); y2:=y1;
PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]); TextOut(mx8-round(3*d_x8),round(1.2*d_y8),'ln rang');
end;
{-----Оси x_i-----}
With Form1.PaintBox4.Canvas do begin
Pen.color:=clBlack;
x1:=round(d_x4); y1:=round(my4-d_y4);
x2:=round(d_x4); y2:=round(d_y4);
PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]); TextOut(round(d_x4/3),d_y4,'x_i');
x1:=round(d_x4); y1:=round(my4-d_y4);
x2:=round(mx4-d_x4); y2:=round(my4-d_y4);
PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]); TextOut(mx4-round(3/2*d_x4),round(my4-d_y4),'i');
end;
{-----Оси скаттерграммы-----}
With Form1.PaintBox5.Canvas do begin
Pen.color:=clBlack;
x1:=round(d_x5); y1:=round(my5-d_y5);
x2:=round(d_x5); y2:=round(d_y5); Str(di,St);
PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]); TextOut(round(d_x5/3),d_y5,'Xn'+St);
x1:=round(d_x5); y1:=round(my5-d_y5);
x2:=round(mx5-d_x5); y2:=round(my5-d_y5);
PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]); TextOut(mx5-round(3/2*d_x5),round(my5-d_y5),'Xn');
end;
{-----Оси S(V)-----}
With Form1.PaintBox6.Canvas do begin
Pen.color:=clBlack;
x1:=round(d_x6); y1:=round(my6-d_y6);
x2:=round(d_x6); y2:=round(d_y6);
PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]); TextOut(round(d_x6/3),5,'S(V)');
x1:=round(d_x6); y1:=round(my6-d_y6);
x2:=round(mx6-d_x6); y2:=round(my6-d_y6);
PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]); TextOut(mx6-round(d_x6),round(my6-1.5*d_y6),'V');
end;
{-----Оси скаттерграммы S(V)-----}
With Form1.PaintBox7.Canvas do begin
Pen.color:=clBlack;
x1:=round(d_x7); y1:=round(my7-d_y7);
x2:=round(d_x7); y2:=round(d_y7); Str(di,St);
PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]); TextOut(round(d_x7/3),d_y7,'S_V'+St);
x1:=round(d_x7); y1:=round(my7-d_y7);
x2:=round(mx7-d_x7); y2:=round(my7-d_y7);

```

```

PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]); TextOut(mx7-round(3/2*d_x7),round(my7-d_y7),'S_V');
end;
(*
{-----Оси lnRS(n)-----}
With Form1.PaintBox2.Canvas do begin
Pen.color:=clBlack;
x1:=round(d_x2); y1:=round(my2-d_y2);
x2:=round(d_x2); y2:=round(d_y2);
PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]); TextOut(round(d_x2/3),2*d_y2,'ln R/S');
x1:=round(d_x2); y1:=round(my2-d_y2);
x2:=round(mx2-d_x2); y2:=round(my2-d_y2);
PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]); TextOut(mx2-round(3/2*d_x2),round(my2-2.5*d_y2),'ln n');
end;
*)
end;

procedure draw_gistogramm;
begin
with Form1.PaintBox1.Canvas do begin
{Pen.Width:=1;} Pen.color:=clBlack;
for j:=1 to N_lett_alph do begin
x1:=round(d_x1+(j-1)*mas_x_gist); y1:=round(my1-d_y1-0*mas_gist);
x2:=round(d_x1+j*mas_x_gist); y2:=round(my1-d_y1-p[j]*mas_gist);
Brush.Color := clBlue; FillRect(Rect(x1,y1,x2,y2));
Brush.Color := BkColor; TextOut(x1,y1+2,alph[j]);
end;
end;
end;

procedure ranking;
var max: real ;
j_max: integer;
begin
rang :=1;
repeat
max:=0;
for j:=1 to N_lett_alph do if p[j]>max then begin max:=p[j]; j_max:=j; end;
p[j_max]:=0; // убираем вероятность j-того из претендентов на первое место
Zipfa_Paretto[rang]:=max; alph_rank[rang]:=alph[j_max]; // Zipfa_Paretto содержит в итоге ранжированный массив
вероятностей
Inc(rang);
until rang> N_lett_alph;
end;

procedure draw_ranking;
begin
with Form1.PaintBox2.Canvas do begin

Pen.color:=clGreen; Pen.Width:=2;

for rang:=1 to N_lett_alph do begin
x1:=d_x2+round((rang-1)*mas_rang); y1:=round(my2-d_y2-0*mas_ZP);
x2:=d_x2+round(rang*mas_rang); y2:=round(my2-d_y2-Zipfa_Paretto[rang]*mas_ZP);
Brush.Color := clGreen; FillRect(Rect(x1,y1,x2,y2));{PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]);}
Brush.Color := BkColor; TextOut(x1,y1+2,alph_rank[rang]);
str(rang, st); TextOut(x1,y1+20,st);
end;
end;
end;
end;

```

```

procedure draw_Zipfa_Paretto_Guseyna_Zade;
const radius=2;
var  Sx,Sy,Sxy,Sx2,a,b:real;
     N_zp,N_MNK: integer;
     new_y_ZP,new_y_GusZ,new_x : array[1..N_lett_alph] of real;
begin

N_zp:=0; {точки с p<0}
for rang:=1 to N_lett_alph do if Zipfa_Paretto[rang]<0 then
    begin
        Inc(N_zp);
        new_y_GusZ[rang]:=Zipfa_Paretto[rang]; {}
        new_y_ZP[rang]:=ln(Zipfa_Paretto[rang]); {}
        new_x[rang]:=ln(rang);
    end;

for rang:=1 to N_zp do
    begin
with Form1.PaintBox3.Canvas do begin Pen.color:=clGreen; Pen.Width:=1;
x1:=d_x3+round(new_x[rang]*mas_ln_rang);
y1:=round(my3/2)-round( ( new_y_ZP[rang] ) *mas_ln_ZP);
    ellipse(x1-radius,y1+radius,x1+radius,y1-radius);
        end;
with Form1.PaintBox8.Canvas do begin Pen.color:=clGreen; Pen.Width:=1;
x1:=d_x8+round(new_x[rang]*mas_x_GusZ);
y1:=round(my8/2)-round( ( new_y_GusZ[rang] ) *mas_y_GusZ);
    ellipse(x1-radius,y1+radius,x1+radius,y1-radius);
        end;
        end;
        {MHK for ZP}
N_MNK:=round(1.0*N_zp);
Sx:=0; Sy:=0; Sxy:=0; Sx2:=0;
for rang:=1 to N_MNK do
    begin
Sx:=Sx+new_x[rang];
Sy:=Sy+new_y_ZP[rang];
Sxy:=Sxy+new_x[rang]*new_y_ZP[rang];
Sx2:=Sx2+sqr(new_x[rang]);
        end;
a:=(Sxy-1/N_MNK*Sx*Sy)/(Sx2-1/N_MNK*Sx*Sx);
b:=1/N_MNK*(Sy-a*Sx);

x1:=d_x3+round(0*mas_ln_rang);
x2:=d_x3+round(new_x[N_MNK]*mas_ln_rang);

y1:=round(my3/2)-round((          b )*mas_ln_ZP);
y2:=round(my3/2)-round(( a*new_x[N_MNK] + b )*mas_ln_ZP);

with Form1.PaintBox3.Canvas do begin Pen.color:=clMaroon; Pen.Width:=2;
PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]);
str(a:2:2,St); TextOut(20,my3-30,'a='+St);
str(b:2:2,St); TextOut(20,my3-15,'b='+St);
        end;

        {MHK for GusZade}
Sx:=0; Sy:=0; Sxy:=0; Sx2:=0;
for rang:=1 to N_MNK do
    begin
Sx:=Sx+new_x[rang];
Sy:=Sy+new_y_GusZ[rang];

```

```

Sxy:=Sxy+new_x[rang]*new_y_GusZ[rang];
Sx2:=Sx2+sqr(new_x[rang]);
    end;
a:=(Sxy-1/N_MNK*Sx*Sy)/(Sx2-1/N_MNK*Sx*Sx);
b:=1/N_MNK*(Sy-a*Sx);

x1:=d_x8+round(0*mas_x_GusZ);
x2:=d_x8+round(new_x[N_MNK]*mas_x_GusZ);

y1:=round(my8/2)-round((    b    )*mas_y_GusZ);
y2:=round(my8/2)-round(( a*new_x[N_MNK] + b    )*mas_y_GusZ);

with Form1.PaintBox8.Canvas do begin  Pen.color:=clMaroon; Pen.Width:=2;
PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]);
str(a:2:2,St);  TextOut(20,my8-30,'a='+St);
str(b:2:2,St);  TextOut(20,my8-15,'b='+St);
    end;
end;

procedure draw_xi;
begin
with Form1.PaintBox4.Canvas do begin
    Pen.color:=clTeal; Pen.Width:=1;
    for i:=1 to V do begin
        x1:=round(d_x4+i*mas_i);      x2:=round(d_x4+(i+1)*mas_i);
        y1:=round(my4-d_y4-x[i]*masX);  y2:=round(my4-d_y4-x[i+1]*masX);
        Ellipse(x1-1,y1+1,x1+1,y1-1); PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]);
    end;
x1:=round(d_x4+0.9*V*mas_i); y1:=round(my4-20); str(V,st); TextOut(x1,y1,'V='+st+' букв');
    end;
end;

procedure draw_scattergramm;
begin
with Form1.PaintBox5.Canvas do begin
    Pen.Color:=clMaroon; Pen.Width:=1;
    for i:=1 to V-di-1 do begin
        x1:=round(d_x5+x[i]*mas_skatx);  y1:=round(my5-d_y5-x[i+di]*mas_skaty);
        x2:=round(d_x5+x[i+1]*mas_skatx); y2:=round(my5-d_y5-x[i+1+di]*mas_skaty);
        Ellipse(x1-1,y1+1,x1+1,y1-1); PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]);
    end;
    Pen.Width:=1;
    end;
end;

procedure draw_entropy_V;
begin
with Form1.PaintBox6.Canvas do begin
    Pen.color:=clBlack; Pen.Width:=1;
    for i:=1 to V-1 do begin
        x1:=round(d_x6+i*mas_V);      x2:=round(d_x6+(i+1)*mas_V);
        y1:=round(my6-d_y6-S[i]*mas_S);  y2:=round(my6-d_y6-S[i+1]*mas_S);
        Ellipse(x1-1,y1+1,x1+1,y1-1); PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]);
    end;
x1:=round(d_x6+0.9*V*mas_V); y1:=round(my6-20); str(V,st); TextOut(x1,y1,'V='+st+' букв');
    y1:=round(my6-d_y6-S[V]*mas_S); {под линией напишем предельное значение}
    Str(S[V]:1:2,st); TextOut(x1-15,y1+5,'lim S(V)='+st);
    end;
end;

procedure draw_skatter_S_V;

```

```

begin
with Form1.PaintBox7.Canvas do begin
Pen.Color:=clMaroon; Pen.Width:=1;
for i:=1 to V-di-1 do begin
    x1:=round(d_x7+S[i]*mas_skat_Sx); y1:=round(my7-d_y7-S[i+di]*mas_skat_Sy);
    x2:=round(d_x7+S[i+1]*mas_skat_Sx); y2:=round(my7-d_y7-S[i+1+di]*mas_skat_Sy);
    Ellipse(x1-1,y1+1,x1+1,y1-1); PolyLine([Point(x1,y1),Point(x2,y2)]);
    end;
Pen.Width:=1;
    end;
end;

procedure init_txt_files;
var name_vivod_txt_file_Pij_1, name_vivod_txt_file_Pij_2,
    name_vivod_txt_file_Fij_1, name_vivod_txt_file_Fij_2 : string;
begin

name_vivod_txt_file_Pij_1:=name_of_text+'Pij(1)'.txt'; // матрица трансляций на 1 символ (условные вероятности)
name_vivod_txt_file_Pij_2:=name_of_text+'Pij(2)'.txt'; // матрица трансляций на 2 символа (условные
вероятности)
name_vivod_txt_file_Fij_1:=name_of_text+'Fij(1)'.txt'; // эмпирические вероятности пары букв ij, отстоящих на 1
символ
name_vivod_txt_file_Fij_2:=name_of_text+'Fij(2)'.txt'; // эмпирические вероятности пары букв ij, отстоящих на 2
символа

assign(ft_Pij_1, name_vivod_txt_file_Pij_1); rewrite(ft_Pij_1); close(ft_Pij_1); // связываемся и обновляем текстовые
файлы
assign(ft_Pij_2, name_vivod_txt_file_Pij_2); rewrite(ft_Pij_2); close(ft_Pij_2);
assign(ft_Fij_1, name_vivod_txt_file_Fij_1); rewrite(ft_Fij_1); close(ft_Fij_1);
assign(ft_Fij_2, name_vivod_txt_file_Fij_2); rewrite(ft_Fij_2); close(ft_Fij_2);

end;

procedure vivod_p2_ij; // матрица 2-ПФР
begin
    init_txt_files;

    Form1.Memo2.Lines.Append('          Матрица эмпирических вероятностей двухбуквенных соединений F_ij(1),
идущих рядом (l=1) (2-ПФР)');
    Form1.Memo2.Lines.Append("");

    st_i:="";
    for j:=1 to N_lett_alph do st_i:=st_i+alph[j]+'  ';
    Form1.Memo2.Lines.Append('  '+st_i);

for i:=1 to N_lett_alph do begin
    st_i:="";
    for j:=1 to N_lett_alph do begin str(p2_1[i,j]:1:3,st); st_i:=st_i+st+' '; end;
    Form1.Memo2.Lines.Append(alph[i]+' '+st_i);
    append(ft_Fij_1); writeln(ft_Fij_1, st_i); flush(ft_Fij_1); // F_ij(1)
    end;

Form1.Memo2.Lines.Append(""); Form1.Memo2.Lines.Append("");
Form1.Memo2.Lines.Append('          Матрица трансляций на l=1 шаг (условные вероятности)');
Form1.Memo2.Lines.Append("");

st_i:="";

```

```

for j:=1 to N_lett_alph do st_i:=st_i+alph[j]+' ';
Form1.Memo2.Lines.Append(' '+st_i);

for i:=1 to N_lett_alph do begin
st_i:="";
for j:=1 to N_lett_alph do begin str(P_trans_1[i,j]:1:3,st); st_i:=st_i+st+' '; end;
Form1.Memo2.Lines.Append(alph[i]+' '+st_i);
append(ft_Pij_1); writeln(ft_Pij_1, st_i); flush(ft_Pij_1); // P_ij(1)
end;
/// ТРАНСЛЯЦИИ НА l=2 (через один символ)

Form1.Memo2.Lines.Append(""); Form1.Memo2.Lines.Append("");
Form1.Memo2.Lines.Append(' Матрица эмпирических вероятностей двухбуквенных соединений, идущих
через один символ (l=2)');
Form1.Memo2.Lines.Append("");

st_i:="";
for j:=1 to N_lett_alph do st_i:=st_i+alph[j]+' ';
Form1.Memo2.Lines.Append(' '+st_i);

for i:=1 to N_lett_alph do begin
st_i:="";
for j:=1 to N_lett_alph do begin str(p2_2[i,j]:1:3,st); st_i:=st_i+st+' '; end;
Form1.Memo2.Lines.Append(alph[i]+' '+st_i);
append(ft_Fij_2); writeln(ft_Fij_2, st_i); flush(ft_Fij_2); // F_ij(2)
end;

Form1.Memo2.Lines.Append(""); Form1.Memo2.Lines.Append("");
Form1.Memo2.Lines.Append(' Матрица трансляций на l=2 шага (условные вероятности)');
Form1.Memo2.Lines.Append("");

st_i:="";
for j:=1 to N_lett_alph do st_i:=st_i+alph[j]+' ';
Form1.Memo2.Lines.Append(' '+st_i);

for i:=1 to N_lett_alph do begin
st_i:="";
for j:=1 to N_lett_alph do begin str(P_trans_2[i,j]:1:3,st); st_i:=st_i+st+' '; end;
Form1.Memo2.Lines.Append(alph[i]+' '+st_i);
append(ft_Pij_2); writeln(ft_Pij_2, st_i); flush(ft_Pij_2); // P_ij(2)
end;

close(ft_Fij_1); close(ft_Pij_1); close(ft_Fij_2); close(ft_Pij_2);
end;

procedure PFR_2;
begin

// N2_1 - количество в тексте 2-х буквенных соединений символов i и j, идущих через шаг l=1, то есть рядом
// N2_2 - количество в тексте 2-х буквенных соединений символов i и j, идущих через шаг l=2, то есть через один
символ
// p2_1 - соответствующая вероятность : p2_1=N2_1/(V-1)
// p2_2 - соответствующая вероятность : p2_2=N2_2/(V-2)

for i:=1 to N_lett_alph do for j:=1 to N_lett_alph do begin N2_1[i,j]:=0;
N2_2[i,j]:=0;
end;

```

```

// 2-ПФР и трансляция на l=1 символ, то есть рядом:
for i:=1 to N_lett_alph do // по буквам алфавита
for k:=1 to V-1 do if x[k]=i then // по временному ряду
for j:=1 to N_lett_alph do
if x[k+1]=j then begin Inc(N2_1[i,j]);
p2_1[i,j]:=N2_1[i,j]/(V-1); //текущее; верное - последнее значение
if p[i]<>0 then P_trans_1[i,j]:=p2_1[i,j]/p[i]
else P_trans_1[i,j]:=0;
end;

// трансляция на l=2 символа, то есть через один символ
for i:=1 to N_lett_alph do // по буквам алфавита
for k:=1 to V-2 do if x[k]=i then // по временному ряду
for j:=1 to N_lett_alph do
if x[k+2]=j then begin Inc(N2_2[i,j]);
p2_2[i,j]:=N2_2[i,j]/(V-2); //текущее; верное - последнее значение
if p[i]<>0 then P_trans_2[i,j]:=p2_2[i,j]/p[i]
else P_trans_2[i,j]:=0;
end;

vivod_p2_ij;
end;

procedure generate_random_text;
var ft_rnd : text;
y_st, word_ : string;
z,l : byte;
V : longint;
j : integer;
begin
AssignFile(ft_rnd,'random_text.txt'); rewrite(ft_rnd);

randomize;

V:=0; // объем текста
j:=1; // номер строки
repeat
l:=random(12)+1; //(1..12) // длина слова
word_:='';
for i:=1 to l do begin
z:=random(33)+1; // равномерное распределение букв в словаре

{z:=round(33*sqrt(random)); {}

{ z:=round(33*sqrt(-ln(random))); {}
{ z:=33*sigma*sqrt(-2*ln(random)); {raspredelenie Releya}
{ z:=-33*sigma*ln(random); {exp-raspredelenie}
{ z:=m+sigma*sqrt(-2*ln(random))*sin(2*pi*random); {norm raspredelenie(Gaussa)}

y_st:=alph[z]; Inc(V);
word_:=word_+y_st;
end; // собрали слово длиной l
append(ft_rnd); write(ft_rnd, word_+' ');
if V > j*70 then writeln(ft_rnd); // около 70 букв в строке
Inc(j);
flush(ft_rnd);

```

```

until V>400000;
    close(ft_rnd);
end;

procedure dissection; // расщепление текстового файла на части для установления зависимости степени компактности
спектрального портрета
    // от объема текста
begin
end;

procedure global;
begin

//generate_random_text; // генерация случайного текста-абракадабры типа втрошущот адловащштуалойцийж
улорвци р

Read_x_from_file;
for i:=1 to N_str do begin str(i,st); Form1.Memo1.Lines.Append(st+' '+Stroka[i]); end;

analys_strok;
initialgraph;

    PFR_2;

draw_entropy_V; draw_skatter_S_V;

analyse_key;

    draw_gistogramm;

    ranking; draw_ranking; draw_Zipfa_Paretto_Guseyna_Zade;
    draw_xi; draw_scattergramm;

end;

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin Pause:= false; Process_end:= false; global;
end;

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin Pause:= not Pause; end;
procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
begin Process_end:= true; end;

end.

```

## Приложение 2. Текст Mathcad - программы

$$A := \begin{pmatrix} 0.2 & 0.7 & 0.1 \\ 0.5 & 0 & 0.5 \\ 0.3 & 0.3 & 0.4 \end{pmatrix}$$

A := песни Бузовой\_Pij(1).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\песни Скруджи\_Pij(1).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\фразы Макса+100500\_Pij(1).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\шизофрения\_Pij(1).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\песни Бузовой\_Pij(2).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\песни Скруджи\_Pij(2).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\фразы Макса+100500\_Pij(2).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\шизофрения\_Pij(2).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\песни Бузовой\_Pij(1).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Джоан\_Роулинг\_-\_Гарри\_Поттер\_и\_философский\_камень\_Pij(1).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Джоан\_Роулинг\_-\_Гарри\_Поттер\_и\_философский\_камень\_Pij(2).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Джоан\_Роулинг\_-\_Гарри\_Поттер\_и\_философский\_камень\_Pij(1).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Восточные Али Баба и 40 разбойников\_Pij(1).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Восточные Али Баба и 40 разбойников\_Pij(2).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\бессмыслица из слов\_Pij(1).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\бессмыслица из слов\_Pij(2).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\бессмыслица из слов\_Pij(1).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\случайный сделано word\_ом\_Pij(1).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\случайный сделано word\_ом\_Pij(2).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Рыба-текст Lorem Ipsum\_Pij(1).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Рыба-текст Lorem Ipsum\_Pij(2).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Статья Кислова\_Pij(1).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Статья Кислова\_Pij(2).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Мойес До встречи с тобой\_Pij(1).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Мойес До встречи с тобой\_Pij(2).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\молодежный чат\_Pij(1).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\молодежный чат\_Pij(2).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\детский чат Lonely\_Pij(1).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\детский чат Lonely\_Pij(2).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\random\_text\_Pij(1) random V\_400000.txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\random\_text\_Pij(1) random V\_40000.txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\random\_text\_Pij(1) sqrt(random) V\_40000.txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Компактификация портрета\До встречи с тобой 01 (5 стр)\_Pij(1).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Компактификация портрета\До встречи с тобой 1 (18 стр)\_Pij(1).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Компактификация портрета\До встречи с тобой 2 (36 стр)\_Pij(1).txt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Компактификация портрета\До встречи с тобой 3 (54 стр)\_Pij(1).txt

```

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Компактификация портрета\До встречи с тобой 4 (72 стр)_Pij(1).bt
A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Компактификация портрета\До встречи с тобой 5 (80 стр)_Pij(1).bt
A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Компактификация портрета\До встречи с тобой 6 (98 стр)_Pij(1).bt
A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Компактификация портрета\До встречи с тобой 7 (116 стр)_Pij(1).bt
A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Компактификация портрета\До встречи с тобой 8 (134 стр)_Pij(1).bt
A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Компактификация портрета\До встречи с тобой 9 (152 стр)_Pij(1).bt

A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Илиада_Pij(1).bt
A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Плач по священному Ниппуру_Pij(1).bt
A := ..\Delphi\Таблицы результатов\ПОСЛАНИЯ ИВАНА ГРОЗНОГО_Pij(1).bt
A := ..\Delphi\Таблицы результатов\Шекспир Гамлет фрагмент_Pij(1).bt

```

```

+ N := 100 i := 0..N j := 0..N
R(x,y) := [(x + i*y) identity(33) - A]^-1
f(x,y) := norm2(R(x,y))
ax := -0.8 bx := 1.21 kx := bx - ax
ay := -0.6 by := 0.6 ly := by - ay
xi := ax + bx * j/N yi := ay + by * i/N
ff_ij := f(xi,yj)
aa_ij := |(xi + iyj) identity(33) - A|

```

	0
0	1
1	-0.49
2	-0.167
3	-0.078+0.12i
4	-0.078-0.12i
5	0.054+0.105i
6	0.054-0.105i
7	-0.092+0.058i
8	-0.092-0.058i
9	-0.089+0.038i
10	-0.089-0.038i
11	-0.09
12	-4.851·10 <sup>-3</sup> +0.097i
13	-4.851·10 <sup>-3</sup> -0.097i
14	0.1
15	...

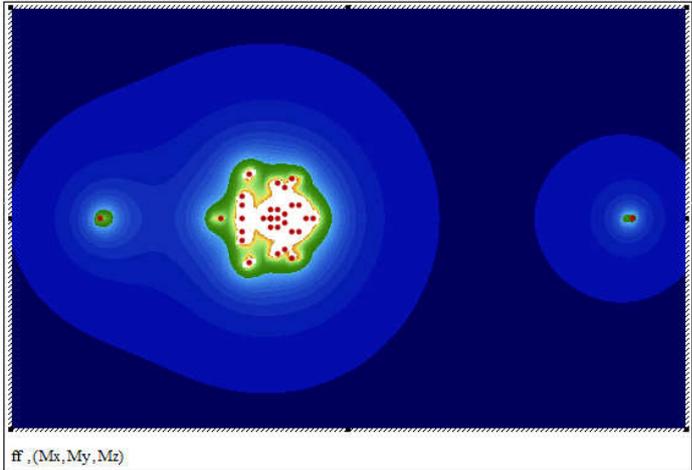
```
lambda := eigenvals(A) lambda =
```

```
k := 0..32
```

```

Mx_k := round([(Re(lambda_k) - ax) * N / kx])
My_k := round([(Im(lambda_k) - ay) * N / ly])
Mz_k := 0

```



ff\_(Mx,My,Mz)

$$\text{lambda\_x}_k := \text{Re}(\text{lambda}_k) \quad \text{lambda\_y}_k := \text{Im}(\text{lambda}_k)$$

+

$$\text{nom\_fro\_lambda} := \left[ \sum_{k=0}^{32} \left[ (\text{lambda\_x}_k)^2 + (\text{lambda\_y}_k)^2 \right] \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{nom\_fro\_lambda} = 1.21$$

$$\mu_{1,0} := \sum_{k=0}^{32} \frac{\text{lambda\_x}_k}{33} \quad \mu_{0,1} := \sum_{k=0}^{32} \frac{\text{lambda\_y}_k}{33} \quad \mu_{0,0} := 1$$

$$p := 1..9 \quad q := 1..9$$

$$\mu_{p,q} := \sum_{k=0}^{32} \frac{[(\text{lambda\_x}_k - \mu_{1,0})^p (\text{lambda\_y}_k - \mu_{0,1})^q]}{33}$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	7.182·10 <sup>-3</sup>	0	-6.678·10 <sup>-5</sup>	0	-8.512·10 <sup>-7</sup>	0	-1.266·10 <sup>-8</sup>	0	1.924·10 <sup>-10</sup>	0
2	0	0	1.127·10 <sup>-5</sup>	0	1.172·10 <sup>-7</sup>	0	1.539·10 <sup>-9</sup>	0	2.14·10 <sup>-11</sup>	0
3	0	0	-7.168·10 <sup>-7</sup>	0	-7.771·10 <sup>-9</sup>	0	1.071·10 <sup>-10</sup>	0	1.556·10 <sup>-12</sup>	0
4	0	0	7.782·10 <sup>-8</sup>	0	7.728·10 <sup>-10</sup>	0	1.018·10 <sup>-11</sup>	0	1.437·10 <sup>-13</sup>	0
5	0	0	-6.303·10 <sup>-9</sup>	0	6.168·10 <sup>-11</sup>	0	8.157·10 <sup>-13</sup>	0	1.164·10 <sup>-14</sup>	0
6	0	0	6.068·10 <sup>-10</sup>	0	5.57·10 <sup>-12</sup>	0	7.181·10 <sup>-14</sup>	0	1.013·10 <sup>-15</sup>	0
7	0	0	5.332·10 <sup>-11</sup>	0	4.717·10 <sup>-13</sup>	0	6.009·10 <sup>-15</sup>	0	0	0
8	0	0	4.988·10 <sup>-12</sup>	0	4.159·10 <sup>-14</sup>	0	0	0	0	0
9	0	0	4.537·10 <sup>-13</sup>	0	3.604·10 <sup>-15</sup>	0	0	0	0	0
10										

$$\sigma_i := \left[ \sum_{k=2}^{32} \left[ (\text{lambda\_x}_k)^2 + (\text{lambda\_y}_k)^2 \right] \right]^{\frac{1}{2}} \quad \sigma_i = 0.085$$

$$iV := 0..16 \quad V_{iV} := (8846, 33869, 67599, 101499, 132245, 147281, 181055, 215672, 249117, 283392, 313990, 346415, 378422, 409575, 446543, 481088, 509139)$$

$$\sigma_{iV} := (0.086, 0.08, 0.077, 0.077, 0.077, 0.078, 0.078, 0.077, 0.124, 0.124, \bullet)$$