

УДК 94.44, 004, 003.26.09

## ГРАФИЧЕСКИЙ ШИФР НОСТРАДАМУСА

**Разумов Илья Кимович**

Д.ф.м.н., старший научный сотрудник

Института физики металлов УрО РАН, Екатеринбург

Обнаружен графический шифр в “Пророчествах” Нострадамуса и предложены приближенные методы восстановления зашифрованных изображений. Метод Нострадамуса может рассматриваться как вариант шифра “скитала”, адаптированный для передачи изображений вместо текста. Он мог иметь научную ценность в XVI веке, даже безотносительно к смысловому содержанию скрытых рисунков. Вместе с тем, учитывая высокую трудоемкость шифра, можно предположить, что обнаруженные изображения несут важную часть смысловой нагрузки рассматриваемых текстов. Остаются актуальными такие проблемы как улучшение методов обработки паттернов, математические критерии отличия зашифрованных изображений от сопутствующих парейдолических феноменов, интерпретация полученных рисунков в историческом контексте. Изложенный оригинальный подход может послужить началом концептуального сдвига в изучении пророчеств Нострадамуса: от интерпретации туманных текстов – к восстановлению и распознаванию образов. Результаты существенны для истории стеганографии и проливают принципиально новый свет на творчество Нострадамуса.

**Ключевые слова:** Нострадамус, графический шифр, стеганография, обработка изображений, паттерны.

\*\*\*\*\*

“Пророчества” Нострадамуса были опубликованы в 1555–1568 гг. в виде десяти блоков (так называемые “центурии”) по 100 катренов в каждом (за исключением 7-ой центурии, которая осталась незавершенной и содержит только 42 катрена) и двух прозаических предисловий к ним, которые посвящены сыну предсказателя Сезару и королю Франции Генриху II [1]. Хотя пророчествам Нострадамуса посвящены тысячи популярных книг и статей [2], научное изучение его жизни и творчества началось относительно недавно. На данный момент оно включает детальное исследование биографии предсказателя [3,4], а также историко-филологические комментарии к катренам [5,6,7]. Важным результатом этих исследований стало обнаружение того факта, что многие катрены описывают события предшествующие 1555 году, то есть вместо предсказания будущего Нострадамус описал прошлое. Возможно, Нострадамус верил в повторяемость истории, однако в отсутствие дат, поставленных в соответствие таким катренам, они не выглядят предсказательными, и даже создают впечатление мистификации. По мнению большинства исследователей, порядок катренов можно считать случайным, так что смысловой связи между соседними катренами обычно не обнаруживается. Попытки восстановить правильный порядок катренов, исходя из астрономических данных, которые указаны в некоторых из них, не получили признания [8]. Некоторые

исследователи заявляют об оккультном символизме и странных паттернах среди чисел, используемых Нострадамусом, однако смысл этих закономерностей неясен [9].

При этом имеются странные факты, которые не находят разумного объяснения ни в одном из существующих подходов.

Во-первых, несмотря на название "Пророчества", многие катрены являются явно непроороческими, они описывают либо банальные повседневные ситуации, либо, напротив, имеют слишком сюрреалистичный сюжет. Ни восстановление правильной последовательности катренов, ни обсуждение в историческом контексте не могли бы способствовать пониманию их цели (хотя, разумеется, неясная аллегория может предполагаться в любом случае). Например, 29-ый катрен 4-ой центурии: *"Скрывшееся Солнце, затемненное Меркурием, / Будет поднято лишь до второго неба; / Гермес станет пищей для Вулкана. / Солнце увидят чистым, сияющим и светлым"* – предположительно описывает некоторые алхимические реакции. Катрен 44-ый 2-ой центурии: *"Орлица, находящаяся около беседок, / Будет изгнана другой птицей, / Когда шум кимвалов, труб и колокольчиков / Вернет разум безумной даме"* – предположительно описывает незначительные события (перемещение птиц, шум колокольчиков), которыми сопровождается выздоровление неизвестной дамы.

Во-вторых, обнаружены астрономически датируемые катрены, для которых дата указанная планетными соединениями лежит в прошлом по отношению к 1555 году, и при этом не повторяется в будущем, вплоть до конечной даты пророчеств (которая, согласно исследованиям [5,9], совпадает с окончанием 6000 лет еврейского календаря). Например, 67-ой катрен 10-ой центурии: *"Сильнейшее землетрясение в мае, / Сатурн в Козероге, Юпитер и Меркурий в Тельце, / Венера также, в Раке Марс; в Аннонае / Выпадет град крупнее яйца"*. Здесь планетная конфигурация (Сатурн в Козероге, Юпитер, Меркурий и Венера в Тельце, Марс в Раке) ясно указывает на май 1549 года, когда во Франции действительно произошло землетрясение, а в городке Аннонае выпал крупный град [7]. В силу уникальности указанной планетной конфигурации, гипотеза о том, что Нострадамус верит в повторяемость исторических событий, ставится под сомнение в данном случае.

В то же время, у нас нет достаточных оснований рассматривать Нострадамуса как хитрого мистификатора. Это был образованный и состоятельный человек, получивший, по-видимому, докторскую степень врача (1534), друживший со знаменитым гуманистом Ж.Скалигером (~1536), самоотверженно боровшийся с эпидемией чумы в Марселе, Эксан-Провансе и Лионе (1544–1547) [3]. Публикация "Пророчеств" не была основной частью его заработка, более того, известное нам издание, включающее три последние центурии, датируется 1568 годом, то есть два года спустя после смерти предсказателя. Можно предполагать, что Нострадамус серьезно относился к своему хобби.

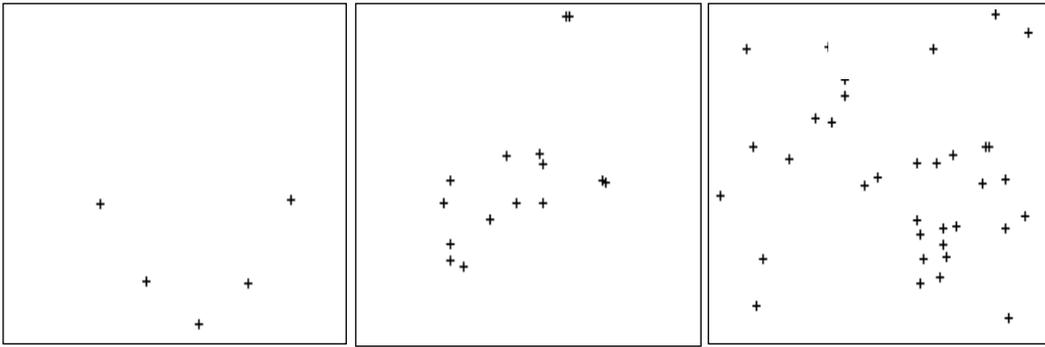


Рисунок 1 - Паттерны полученные из слов с корнями "bras" (a), "arab" (b) "contre" (c) в катренах Нострадамуса. Точки нанесены на плоскость в соответствии с формулой (1)

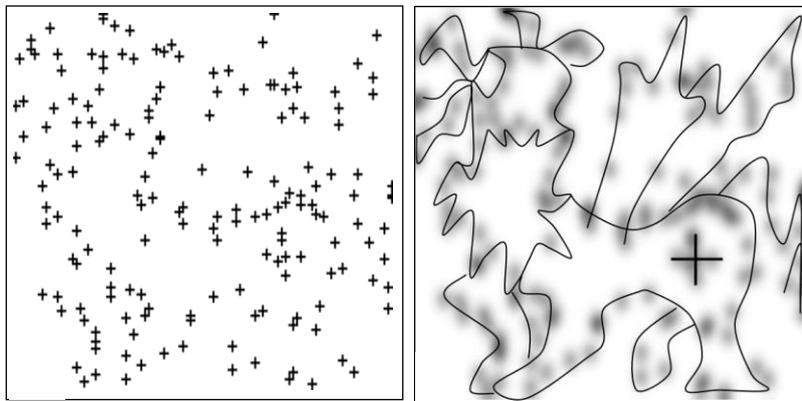


Рисунок 2 - Изображение, формируемое из 170 первых уникальных (однократно встречающихся) слов из списка отсортированного по алфавиту. Точки нанесены на плоскость в соответствии с формулой (1). Исходное изображение (a) и ручная разметка – предположительно крылатый лев (b)

Таким образом, на данный момент предположительно предсказательная мотивация и смысл "Пророчеств" ускользают от исследователей. Согласно профессору Дени Крузе, "Нострадамус написал катрены, не понимая, что они означают. Даже если предположить, что предсказательный текст был наделен смыслом, он его теряет, наполняя читателя чувством собственной беспомощности и греховности [...] Нострадамус ясно дает понять своему читателю, что тот должен смело взглянуть по ту сторону слов" [10]. Отметим, что запутанная структура и туманное содержание "Пророчеств" могут служить косвенным признаком существования шифра, который до сих пор остается неизвестным.

Автор данной статьи обнаружил, что паттерны сформированные, например, одинаковыми словами в "Пророчествах", будучи нанесенными на плоскость в координатах "номер центурии – номер катрена", часто демонстрируют признаки разумной организации (элементы симметрии, кластеры, эквидистантные точки), что указывает на существование графического шифра (см. Рис.1 и Рис.2). С

математической точки зрения, такой шифр подобен хорошо известному "шифру Цезаря", он же "скитала" [11,12] (лента наматывается на цилиндр, и текст читается вдоль оси цилиндра), где длина окружности равна 100 (число катренов в одном блоке-"центурии"). Подобная процедура применима и к прозаическим предисловиям, текст которых может быть представлен в виде ленты, а диаметр цилиндра определяется подгонкой. Дальнейший анализ шифра производится в двух направлениях: (1) поиск правил формирования паттернов (например, выборка всех слов, начинающихся с заданной буквы алфавита); (2) методы их обработки для улучшения визуального восприятия (фильтрация шумов, автоматическое раскрашивание и т.п.) Поскольку оригинальный метод обработки изображений Нострадамусом неизвестен, полученные нами изображения имеют приближенный характер.

В результате исследования были обнаружены главным образом человеческие лица, выполненные в стиле, напоминающем современный сюрреализм. Поскольку графический шифр задействует весь текст "Пророчеств" и потребовал, по-видимому, серьезных усилий от автора, вполне вероятно, что его создание было основным намерением Нострадамуса. Поэтому некоторые катрены могут не иметь ясного содержания, либо описывать события прошлого, предшествующие 1555 году, но при этом они служат "строительным материалом" в графическом шифре. Возможно, практическая ценность шифра определяется возможностью идентификации конкретных лиц. Однако, достигнутое на данный момент качество изображений не позволяет этого сделать. Поиск более адекватных методов восстановления изображений является творческой задачей, требующей участия специалистов в области анализа изображений и распознавания паттернов.

Целью данной работы является показать существование графического шифра Нострадамуса, предложить правила формирования и обработки паттернов, а также обсудить полученные результаты в историческом контексте. Интерпретация полученных изображений не является целью данной работы и остается предметом дальнейших исследований.

#### **Методы: построение и обработка паттернов.**

##### **Алгоритм предложенного подхода.**

(1) Формулируется правило, посредством которого может быть выделена некоторая группа слов или букв в тексте. Было установлено эмпирически, что такая группа может содержать, например, все слова начинающиеся с заданной буквы алфавита, все слова содержащие заданную букву алфавита, все слова используемые заданное количество раз и т.п. Конкретные группы слов будут ясны из представленных примеров.

(2) Слова выбранной группы наносятся в качестве точек на плоскость, причем для расчета координат используются формулы качественно подобные хорошо известному "скитала" [11,12]. По умолчанию мы принимаем, что паттерны наносятся белым цветом на темном фоне, а противоположная ситуация соответствует инверсии яркости. В некоторых случаях (как видно из подписей к рисункам) паттерн может быть повернут на 90, 180 или 270 градусов.

Поскольку поэтический текст "Пророчеств" разделен на 10 блоков ("центурий") по 100 катренов в каждом, номер катрена  $N_k$  и номер центурии  $N_c$  служат естественными координатами, указывающими положение выбранного слова в "Пророчествах". Однако, в этом

простейшем случае мы имеем слишком низкое разрешение (10 возможных позиций) по оси ординат. Было замечено, что разрешение может быть повышено, если учесть номер строки катрена  $N_s$  (он может принимать значения от 1 до 4), а также относительное положение слова в строке,  $0 < q < 1$ . Тогда положение на плоскости  $(X, Y)$  выбранного слова или буквы в поэтическом тексте определяется формулами

$$X=2N_k, Y=20(N_c-1)+5(N_s-1)+\text{Int}(1+5q), \quad (1)$$

где операция "Int" означает отбрасывание дробной части числа; выбранный размер сетки  $200 \times 200$ . Участок паттерна, соответствующий незавершенной части седьмой центурии, будет заполняться точками с использованием генератора случайных чисел.

В случае прозаических текстов ("Послание Сезарю" и "Послание королю Генриху") мы не имеем заранее установленной шкалы, и поэтому используем формулы "шифра Цезаря" в наиболее общем виде. Мы представляем текст в виде длинной ленты, и осуществляем нумерацию символов. Символ с номером  $i$  соответствует точке на плоскости  $(X, Y)$  с координатами

$$X_i = (i \text{ Div } N) + 1, Y_i = i \text{ Mod } N \quad (2)$$

(операции Div и Mod означают целочисленное деление и остаток от целочисленного деления, соответственно). Здесь число  $N$  имеет смысл аналогичный длине окружности в "шифре Цезаря". Зашифрованное изображение может быть получено в результате вариации  $N$ .

В качестве примера, Рис.2 показывает паттерн полученный из 170 первых "уникальных" слов в катренах (то есть однократно встречающихся, таких как "absolution", "Achilles", "Aconile" и др.) из списка отсортированного по алфавиту. Эти слова формируют изображение, напоминающее крылатого льва с крестиком на бедре (подобная эмблема широко известна как "лев святого Марка" – символ Венеции). Формальным признаком присутствия изображения в этом случае является тот факт, что большинство точек расположены на отрезках гладких кривых, формируя замкнутый контур, что было бы крайне маловероятно при случайной генерации точек. Изображение плавно перестраивается при дальнейшем увеличении числа точек, так что некоторый замысловатый орнамент присутствует на любой стадии (см. электронный препринт [13]).

(3) В результате отображения слов или букв исходного текста в качестве точек на плоскости мы получаем дискретное изображение, визуальное восприятие которого затруднено, особенно если количество точек велико. Мы полагаем, что для облегчения визуального восприятия необходимо конвертировать паттерн в непрерывное изображение. С этой целью мы использовали "модель точечных источников света" (point light sources, PLS) либо метод реконструкции изображения отрезками (line segments, LS), см. детальное описание ниже. Для дополнительной обработки также использовались стандартные методы улучшения изображений, реализованные в пакете "Wolfram Mathematica". Применение этих методов предполагает использование периодических граничных условий.

Хотя мы использовали различные методы обработки, необходимо отметить, что структура изображения не зависит от выбора метода. Речь скорее идет о выборе оптимального метода фильтрации шумов. На Рис.3 показаны в сравнении результаты использования различных методов при обработке одного из паттернов.

(4) На финальном шаге мы выполняем автоматическое раскрашивание, используя доступные в интернете сервисы автоматического раскрашивания фотографий, основанные на алгоритмах машинного обучения. Хотя эта процедура весьма произвольна, по нашему мнению, она облегчает визуальное восприятие. Подчеркнем, что процесс раскрашивания полностью сохраняет структуру (распределение яркостей) исходного изображения, которое может быть конвертировано обратно к монохромному виду любым доступным способом. Все шаги нашего алгоритма для каждого изображения допускают независимую проверку, за исключением автоматического раскрашивания.

#### **Обработка паттернов.**

*Фильтрация шумов и сглаживание.*

Основная идея состоит в том, чтобы рассмотреть точечное изображение как изображение, содержащее высокочастотный шум. Тогда для улучшения визуального восприятия могут использоваться фильтры, предназначенные для подавления высокочастотных шумов. Простейшим из таких фильтров является фильтр "Mean", в котором значение яркости каждого пиксела заменяется на среднюю яркость пикселей в пределах заданного радиуса [14]. Для подавления случайных шумов чаще используется фильтр "Blur", в котором яркость каждого пиксела рассеивается по всему пространству с гауссовым весом [15]. Таким образом, в обоих случаях точка паттерна заменяется на пятно с резкими (случай фильтра "Mean") или размытыми границами (случай фильтра "Blur"). Эти и другие подобные фильтры реализованы, например, в пакете "Wolfram Mathematica" [16]. Однако, их использование в нашем случае приводит к менее удовлетворительным результатам по сравнению с двумя фильтрами ("Model of point light sources (PLS)" и "Reconstruction by line segments (LS)", см. описание ниже) которые были разработаны автором специально. Первый из этих фильтров подобен фильтру "Blur", но характеризуется негауссовым рассеянием. Идея второго фильтра состоит в том, чтобы заменить каждую точку паттерна пятном вытянутым в направлении ближайшего скопления точек. Основной шаг в нашей обработке изображения состоит в том, чтобы использовать один из этих фильтров.

Дополнительная обработка, которая не приводит к существенным качественным изменениям, состоит в использовании стандартных инструментов пакета "Wolfram Mathematica" [16]. Среди этих методов наше внимание привлек фильтр "FourierDCTFilter", основанный на дискретном косинусном преобразовании [17]. Поскольку подавление высокочастотных шумов всегда сопровождается размытием изображения в целом, наше внимание привлек также метод деконволюции [18], восстанавливающий резкость изображения. На "чистой" стадии обработки монохромных изображений мы использовали эти два фильтра совместно.

*Модель точечных источников света (PLS-model).*

Представим, что точки паттерна являются точечными источниками света, падающего на экран, расположенный параллельно плоскости паттерна. В этом случае на экране появляется непрерывное изображение, причем степень рассеяния определяется расстоянием  $h$  от плоскости паттерна до экрана. Легко показать, что освещенность элементарной

площадки (пиксела) экрана с радиус-вектором  $\mathbf{r}$  определяется формулой [19]

$$S(\mathbf{r}) = \sum_i \sigma_i / (h^2 + R_i^2(\mathbf{r}))^p \quad (3)$$

где  $\sigma_i$  – мощности точечных источников,  $R_i(\mathbf{r})$  – расстояние между пикселом с координатами  $\mathbf{r}$  и проекцией источника  $i$  на экран. В физической модели  $p=3/2$ , однако в данной работе мы будем использовать другие значения этого параметра. Мы также обнаружили, что качество изображения может повыситься, если используется итерационная процедура для расчета мощностей источников,

$\sigma_i^{(n+1)} = \sum_i \sigma_i^{(n)} / (h^2 + R_i^2(\mathbf{r}))^p$ , где  $\sigma_i^{(1)}=1$ . Таким образом, в результате применения фильтра каждая точка исходного паттерна заменяется круглым пятном с сильно размытыми границами, а при наложении световых пятен их яркость суммируется.

#### *Реконструкция изображений отрезками линий (LS-method).*

Соединение точек паттерна отрезками линий кажется наиболее естественной операцией. Однако, трудно указать точные критерии, при выполнении которых две точки должны быть соединены отрезком. Поиск таких правил предполагает нетривиальный анализ некоторой окрестности выделенной пары точек, что сместило бы фокус наших исследований к проблеме распознавания паттернов [20]. Другой возможностью является построение сетки путем соединения каждой точки паттерна с несколькими (например, четырьмя) ее ближайшими соседями. Однако, наше исследование показало, что полученные изображения в этом случае имеют низкое качество вследствие нерегулярного расположения точек сетки. В то же время, соединение каждой точки паттерна со всеми точками ее окружения в пределах заданного достаточно большого радиуса – приводит к положительным результатам.

На первом шаге этого метода каждая точка паттерна соединяется линиями ширины  $d$  со всеми соседями в пределах радиуса  $R_1$ ; в точках пересечения линий их яркость суммируется. Для общности, мы принимаем, что яркость линии зависит от расстояния  $r$  между этими точками, по закону  $\sim 1/r^m$ . Выбор  $m>0$  означает, что яркость точки с заданной координатой определяется прежде всего точками ее ближайшего окружения. На втором шаге производится сглаживание полученной картины. Каждый пиксел изображения с яркостью выше критического значения  $s_1$  соединяется линиями ширины  $d$  со всеми пикселями, имеющими яркость выше  $s_2$ , расположенными от него не далее, чем на расстоянии  $R_2$ .

Поскольку в точках пересечения линий яркость суммируется, а отрезки соединяющие удаленные точки отображаются с меньшей яркостью, результат использования метода оказывается достаточно близким к замене точки паттерна размытым пятном. Основное отличие от PLS- метода состоит в том, что форма этого пятна несимметрична. Пятно вытягивается в направлении тех участков, в которых высока средняя плотность точек паттерна. В результате лучше прорисовываются контурные линии изображения. Недостаток этого метода в том, что он плохо применим при низкой плотности точек, когда проведенные отрезки не сливаются в непрерывное изображение. С другой стороны, если паттерн

содержит много точек, использование метода требует больших вычислительных ресурсов. Поэтому при восстановлении изображений мы используем оптимальный из двух методов, часто отдавая предпочтение первому (PLS-model).

*Сравнение методов обработки паттернов.*

Сравним различные методы обработки, используя в качестве примера паттерн, составленный из всех слов в катренах, начинающихся с одной из соседних букв алфавита,  $R(r)$  или  $S(s)$ . Исходный дискретный паттерн показан на Рис.3а. Рис.3б показывает результат использования стандартного фильтра "Blur" в пакете "Wolfram Mathematica" [16], что не приводит к существенному улучшению качества изображения. На Рис.3с и Рис.3д представлены результаты использования LS и PLS методов соответственно. По нашему мнению, оба метода существенно улучшают визуальное восприятие исходного паттерна. Дополнительное улучшение восприятия достигается в результате псевдо-колоризации (Рис.3е). Наконец, Рис.3ф представляет ручную разметку полученного изображения. Мы наблюдаем, по-видимому, два совмещенных лица, а также объект, напоминающий кошачью морду в правом верхнем углу. Можно заключить, что это изображение достаточно стабильно по отношению к смене метода обработки, причем предложенные нами методы (LS и PLS) кажутся предпочтительными, по сравнению со стандартным фильтром "Blur", реализованным в пакете "Wolfram Mathematica".

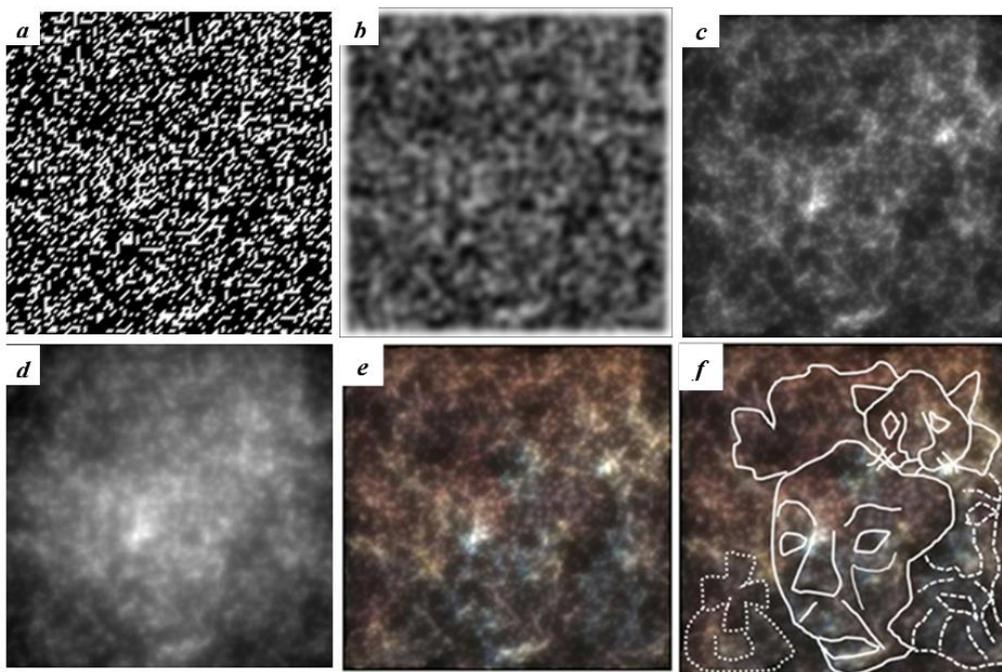


Рисунок 3 - Сравнение методов обработки паттернов для изображения сформированного словами в катренах, начинающимися с одной из соседних букв алфавита,  $R(r)$  или  $S(s)$ : исходный паттерн (a); результат использования фильтра "blur" в "Wolfram Mathematica" (b); реконструкция изображения по отрезкам линий (только первый шаг метода,  $d=1$ ,  $R_1=20$ ,  $m=1$ ) (c); результат использования PLS-метода ( $p=1$ ,  $h=2.5$ ,  $n=3$ ) (d); псевдо-колоризация для фрагмента (c) (e); ручная разметка фрагментов изображения (f)

### **Результаты: примеры зашифрованных изображений.**

На большинстве обнаруженных изображений мы видим человеческие лица, часто совмещенные, наложенные друг на друга, меняющиеся с одного на другое при инверсии яркости или при повороте паттерна. Правило выбора точек является наиболее простым и очевидным, когда абсолютно все слова в катренах или прозаических текстах наносятся на плоскость; это позволяет избежать произвольности в первом пункте нашего алгоритма. В этом случае изображение может формироваться благодаря тому, что разные слова в текстах имеют различную длину, что приводит к появлению градиентов яркости на плоскости. Такие изображения были обнаружены нами как для катренов, так и для обоих прозаических текстов (“Письмо Сезарю” и “Письмо королю Генриху”).

Также кажется вполне естественным, когда на плоскости отображаются все слова начинающиеся с заданной буквы алфавита, или содержащие заданную букву алфавита. Было установлено эмпирически, что в ряде случаев требуется объединение групп, соответствующих соседним буквам алфавита. Мы показываем, что таких примеров достаточно много, так что все буквы задействованы в этой технике шифрования.

Кроме того, мы обнаружили, что в ряде случаев правило выбора может быть более сложным, например, на плоскости отображаются все слова, содержащие заданные буквы алфавита в позициях слова с первой по пятую. Такие примеры являются наиболее дискуссионными, поскольку возрастающее число эквивалентных возможностей повышает вероятность реализации парейдолических эффектов [21].

В целом, автор полагает, что Нострадамусом был создан большой графический шифр, правила которого в некоторых случаях просты и очевидны, а в других случаях остаются не вполне ясными. Поскольку нам неизвестен оригинальный метод Нострадамуса для перехода от дискретных паттернов к непрерывным изображениям, полученные нами рисунки имеют приближенный характер.

#### **Изображения, зашифрованные в катренах.**

На Рис.4а представлено изображение, полученное LS-методом, сформированное из всех заглавных букв присутствующих в слове "NOSTRADAMVS" (буква "V" всегда используется вместо буквы "U" в факсимиле “Пророчеств”). Можно видеть лицо бородатого человека с меткой (третий глаз?) на лбу и с шестиконечной звездочкой на воротнике, в левом нижнем углу квадрата. Другие детали рисунка требуют аккуратного описания и не обсуждаются здесь. Отметим, что мы заполняем случайно сгенерированными точками область, соответствующую отсутствующим катренам незавершенной 7-ой центурии (аналогичная процедура будет использоваться на других рисунках без новых пояснений).

На Рис.4b представлено изображение, полученное PLS-методом из всех слов в катренах. В этом случае градиенты яркости обусловлены тем фактом, что разные слова имеют различную длину. Мы снова видим лицо бородатого человека, а при внимательном рассмотрении можем различить некоторые другие детали. Наиболее примечательно, что инверсия яркости приводит к появлению совершенно нового лица (Рис.4с). По нашему мнению, такая игра света и тени требует высокого мастерства художника.

Далее мы обнаруживаем, что это достаточно сложное изображение, которое было сформировано из всех слов, может быть представлено как суперпозиция большой серии других изображений, для которых используются более специфичные правила. На Рис.5а представлено изображение, полученное из всех слов, содержащих букву А(а). Мы можем видеть лицо молодого человека в головном уборе, напоминающем шляпу с кокардой. Менее отчетливо видны контуры совмещенного с ним лица взрослого человека.

На Рис.5b представлено изображение, полученное из всех слов, содержащих букву О(о). Можно видеть фрагмент лица подростка (глаза и нос крупным планом) с маленьким крестиком на переносице. На Рис.5с к этому паттерну добавлены все слова содержащие соседние буквы алфавита Р(р) или Q(q). Лицо становится более мужественным, и кроме того, в качестве намека, в верхней части изображения появляются очертания другого лица. Все три изображения, представленные на Рис.5, потребовали инверсии яркости паттерна (то есть на этапе построения монохромного рисунка слова отображаются на плоскости как темные пятна на светлом фоне).

На Рис.6а представлено изображение, полученное из всех слов, содержащих букву L(l). Можно видеть мужчину с пышными усами в берете. На Рис.6b представлено изображение, полученное из всех слов, содержащих букву R(r). Мы видим очертания двух лиц, наложенных друг на друга. В отличие от Рис.5, эти изображения не потребовали инверсии яркости. В то же время, после инверсии яркости на Рис.6b появляется новое лицо (Рис.6с).

На Рис.7а представлено изображение, полученное из всех слов, содержащих буквы алфавита от А(а) до D(d). Этот рисунок наследует основные черты изображения, представленного на Рис.5а (составленного из всех слов, содержащих букву А(а)), но теперь первое лицо присутствует только в виде намека, в то время как второе лицо, напротив, гораздо более различимо.

На Рис.7b представлено изображение, полученное из всех слов, содержащих буквы алфавита от E(e) до N(n). Здесь мы видим нечеловеческое лицо, которое может принадлежать животному либо демону. Если повернуть это изображение на 90 или 180 градусов, можно увидеть другие лица.

На Рис.7с представлено изображение, полученное из всех слов, содержащих буквы алфавита от Q(q) до T(t). Мы видим портрет уважаемого пожилого мужчины в головном уборе, характерном для Средневековья.

Во всех случаях, представленных на Рис.7 необходима инверсия яркости в паттернах. Принимая во внимание, что изображение, полученное из всех слов, содержащих буквы алфавита от О(о) до Q(q) уже было представлено выше (Рис.5с), мы заключаем, что алфавит разделен на несколько интервалов, каждому из которых соответствует некоторое изображение.

На Рис.8а,b представлено изображение, полученное из слов, содержащих буквы алфавита от А(а) до I(i). Таким образом, данное изображение продолжает цепочку, образованную Рис.5а (все слова, содержащие букву А(а)) и Рис.7а (все слова содержащие буквы от А(а) до D(d)). Мы видим, что добавление новых букв в эту выборку снова приводит к смене изображения. Появляются два новых мужских лица:

первое на основе исходного паттерна (Рис.8а), а второе после инверсии яркости (Рис.8b).

На Рис.8с представлено изображение, полученное из слов, содержащих буквы Y(y) или Z(z). В этом случае паттерн содержит меньшее количество точек, чем в предыдущих случаях; непрерывное изображение возникает в результате существенного увеличения радиуса пятен ( $R \sim 50$ ), замещающих точки паттерна при использовании PLS метода.

Мы также получили изображения из всех слов содержащих букву M(m); буквы M(m) или N(n); буквы U(u) или V(v); буквы алфавита от H(h) до J(j); от I(i) до Q(q); от P(p) до Z(z) (см. электронный препринт [13]). Таким образом, все буквы алфавита вовлечены в эту систему шифра, в которой изображения формируются из слов, содержащих некоторые буквы.

Кроме того, было обнаружено, что описанные выше правила выборки слов не единственные. Большая серия изображений формируется из слов, начинающихся с заданных букв алфавита. Примеры наиболее отчетливых изображений, соответствующих этому правилу, приведены на Рис.9 и Рис.10. На всех изображениях на Рис.9 слова отображаются на плоскости светлыми пятнами на темном фоне, и все изображения на Рис.10 требуют инверсии яркости.

На Рис.9а представлено изображение, полученное из слов, начинающихся с соседних букв алфавита C(c) или D(d). Мы видим человека в высоком головном уборе, на котором различимы буквы "Pon". Вероятно, это портрет понтифика в папской тиаре.

На Рис.9b представлено изображение, сформированное из слов начинающихся с соседних букв алфавита O(o) или P(p). Можно увидеть два мужских лица, наложенных друг на друга (с одним общим глазом).

На Рис.9с представлено изображение, полученное из слов, начинающихся с соседних букв алфавита S(s) или T(t). Можно видеть смеющееся лицо в очках, с кудрявыми волосами, и очертания башни слева. Нас не удивляет появление очков, потому что первые очки были изобретены в Италии в 13 веке.

На Рис.10а представлено изображение, полученное из слов, начинающихся с соседних букв алфавита A(a) или B(b). Мы видим лицо пожилого мужчины с бородой.

На Рис.10b представлено изображение полученное из слов начинающихся с соседних букв алфавита E(e), F(f), G(g) или H(h). Мы видим лицо молодого человека в шлеме.

На Рис.10с представлено изображение, полученное из слов, начинающихся с соседних букв алфавита R(r) или S(s). Мы видим женское лицо с объектом (заколка для волос?) напоминающим кошачью морду, в правом верхнем углу изображения. Заметим, что в отсутствие инверсии цвета на этом же рисунке наблюдаются два совмещенных мужских лица (см. Рис.3).

Мы также получили изображения из слов, начинающихся с буквы C(c); буквы F(f); буквы G(g); букв алфавита от A(a) до O(o) (см. электронный препринт [13]).

Таким образом, почти все буквы вовлечены в эту систему шифрования, в которой изображения формируются из слов, начинающихся с той или иной буквы. Вероятно, отсутствие некоторых букв в этой системе на данный момент обусловлено несовершенством нашей техники обработки паттернов, которая не позволяет обнаружить некоторые изображения.

Таблица 1 систематизирует изображения, полученные в рамках этих двух систем шифрования. Описанные выше изображения обозначены значком “\*”. Значок “?” указывает на паттерны, для которых изображения вероятно существуют, но не приводятся нами в силу низкого качества.

Таблица 1 - Изображения, сформированные словами, содержащими заданные буквы или начинающимися с заданных букв

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	x	y	z	
Слова содержащие заданные буквы	*																									
	*	?	?					*			*	*		*		*										
									*		*															
									*																	
	*				*									*		*		*			*			*		*
	*												*													
Слова начинающиеся с заданных букв	*																									
	*	*	*											*		*						*				

Некоторые обнаруженные изображения не принадлежат ни к одной из двух описанных выше логически простых систем шифрования, что усложняет классификацию результатов. На Рис.11 представлены некоторые изображения, полученные при учете заданных букв в нескольких первых позициях слов. Поскольку средняя длина слова во французском языке около 10 букв, можно было бы предположить, что эти изображения должны быть достаточно близки к соответствующим изображениям, полученным из слов, содержащих заданные буквы, то есть находятся в прежней логике шифрования. Однако, наш анализ показывает, что для Рис.11 учет всех позиций в слове приводит к заметному снижению качества изображений, вплоть до их полного исчезновения. Больше примеров из этой группы приведено в электронном препринте [13].

#### **Изображения зашифрованные в прозаических текстах.**

В предисловии адресованном Сезарю мы отобразили в качестве точек на плоскости все первые буквы слов с ключом  $N=123$  (см. формулу (2)) в качественной аналогии с Рис.4б,с. Полученный результат представлен на Рис.12а, где мы видим бородатого мужчину в головном уборе, с маленьким крестиком в левом нижнем углу. В случае инверсии яркости и поворота на 90 градусов на этом же рисунке можно увидеть другое лицо.

Мы также отобразили точками на плоскости все буквы алфавита от A(a) до O(o) (то есть около половины всех букв текста) с тем же ключом  $N=123$ . Результат после обработки представляет собой отчетливое изображение человеческого глаза, помещенного в центр расчетной области (Рис.12б).

В предисловии адресованном королю Генриху мы отобразили в качестве точек на плоскости все первые буквы слов с ключом  $N=164$  (см. формулу (2)). Результатом является изображение змея (или дракона) с

человеческим лицом на спине (Рис.12с). После поворота на 90 градусов по часовой или против часовой стрелки на этом рисунке можно увидеть другие лица.

Мы также отобрали точками на плоскости все слова, начинающиеся с букв алфавита от A(a) до I(i) (то есть примерно половину слов текста); в результате возникает размытое изображение лица бородатого мужчины в короне (Рис.13а).

Еще несколько изображений может быть получено при отображении в качестве точек на плоскости всех букв из некоторого алфавитного интервала. Например, все буквы от A(a) до L(l) образуют художавое мужское лицо (Рис.13б); все буквы от G(g) до M(m) образуют два бородатых мужских лица (Рис.13с).

Отметим, что построение изображений на основе прозаических посланий может столкнуться с трудностью, обусловленной тем фактом, что координаты слов определяются с ошибкой, зависящей от издания "Пророчеств" (мы следуем изданию 1568 года), и даже от разных гранок одного издания – что связано с учетом опечаток, пробелов, знаков препинания и т.п. Для конкретной версии текста эта проблема может быть решена калибровкой изображения за счет незначительной вариации ключа N.



Рисунок 4 - Изображение, полученное из всех заглавных букв в катренах, присутствующих в слове "NOSTRADAMVS" с использованием LS-метода ( $d=2.5$ ,  $m=1$ ,  $s_1=s_2=10^{-2}$ ,  $R_1=90$ ,  $R_2=7$ ) и последующей инверсией яркости (a), из всех слов в катренах с использованием PLS-метода ( $p=1.5$ ,  $h=2.5$ ,  $n=20$ ); (c) результат инверсии яркости на Рис.4b с новой псевдо-колоризацией. Внизу ручная разметка

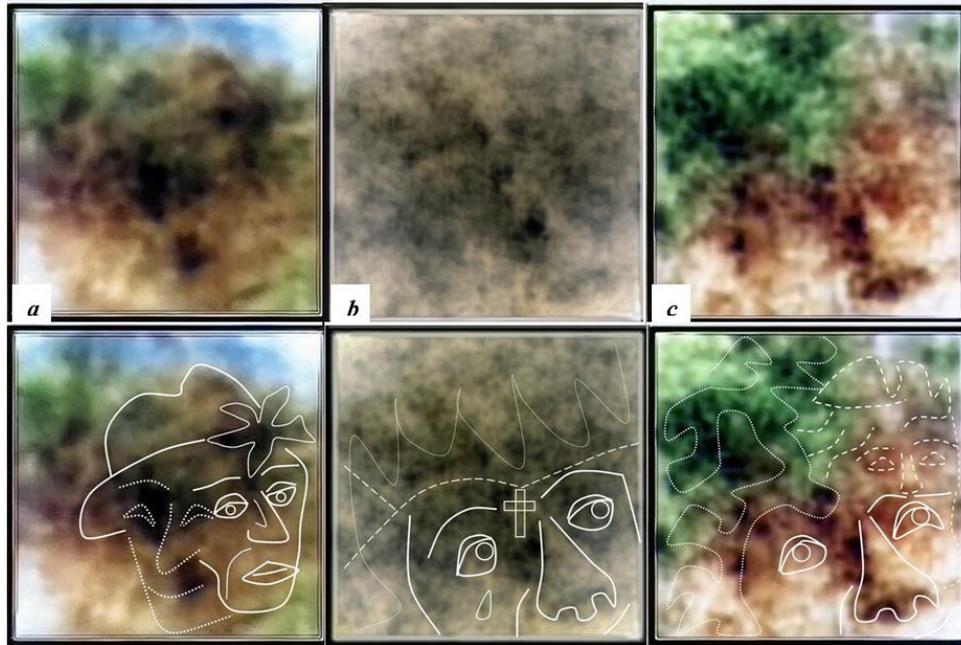


Рисунок 5 – Изображение, полученное из всех слов, содержащих букву А(а) (a); содержащих букву О(о) (b); из всех слов содержащих соседние буквы алфавита О(о), Р(р) или Q(q) (c). Во всех случаях яркость паттерна инвертирована. Паттерны на Рис.5b,c повернуты на 90 градусов против часовой стрелки. Использовался PLS-метод,  $p=1$ ,  $h=3$ ,  $n=10$  (a),  $p=0.75$ ,  $h=2$ ,  $n=10$  (b),  $p=1$ ,  $h=0.4$ ,  $n=10$  (c). Внизу ручная разметка

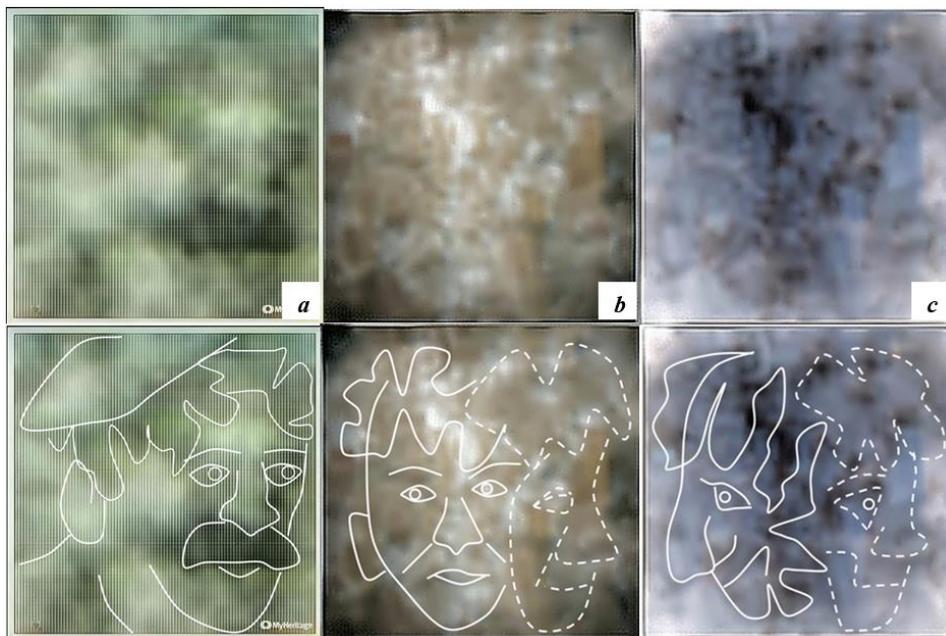


Рисунок 6 - Изображение полученное из слов содержащих букву L(l) с использованием PLS-метода ( $p=0.5$ ,  $h=3.3$ ,  $n=10$ ) (a); из всех слов содержащих букву R(r) тем же методом ( $p=1$ ,  $h=2.5$ ,  $n=10$ ) с поворотом паттерна на 90 градусов против часовой стрелки (b); предыдущий рисунок после инверсии цвета (c). Внизу ручная разметка

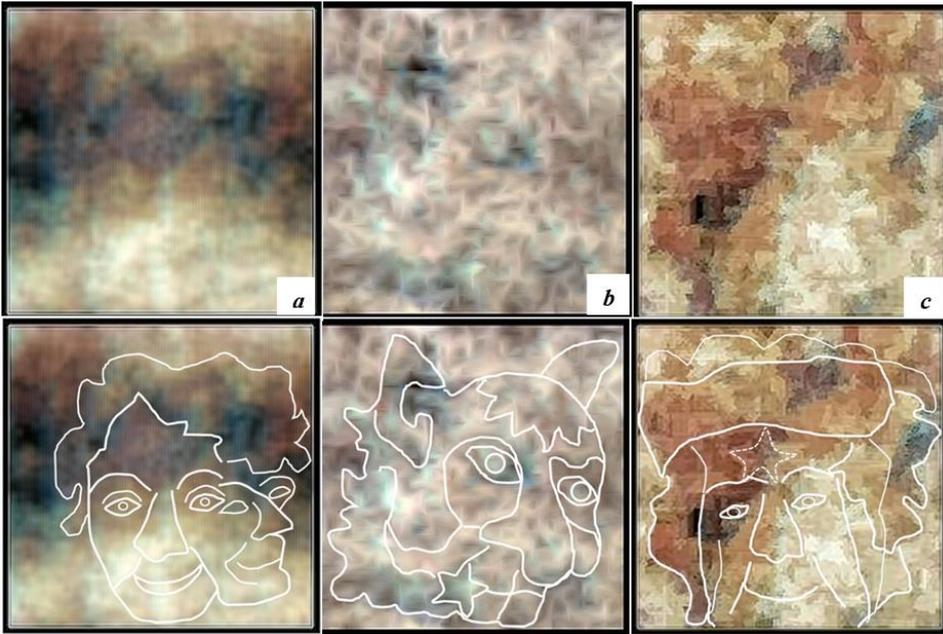


Рисунок 7 - Изображение, полученное из слов, содержащих соседние буквы алфавита от A(a) до D(d) с использованием PLS-метода ( $p=0.5$ ,  $h=1.7$ ,  $n=1$ ) (a); от E(e) до N(n) тем же методом ( $p=0.7$ ,  $h=1$ ,  $n=1$ ) с поворотом паттерна на 90 градусов против часовой стрелки (b); от Q(q) до T(t) тем же методом ( $p=0.5$ ,  $h=0.7$ ,  $n=1$ ) с поворотом паттерна на 180 градусов (c). Во всех случаях яркость паттерна инвертируется



Рисунок 8 - Изображение, полученное из слов содержащих буквы алфавита от A(a) до I(i) с использованием PLS-метода ( $p=1$ ,  $h=1$ ,  $n=1$ ) (a); предыдущее изображение после инверсии цвета (b); изображение полученное из слов содержащих буквы Y(y) или Z(z) с использованием PLS-метода ( $p=0$ , каждая точка заменяется круглым пятном радиуса  $R=50$ , при наложении пятен их яркость суммируется) (c). Внизу ручная разметка

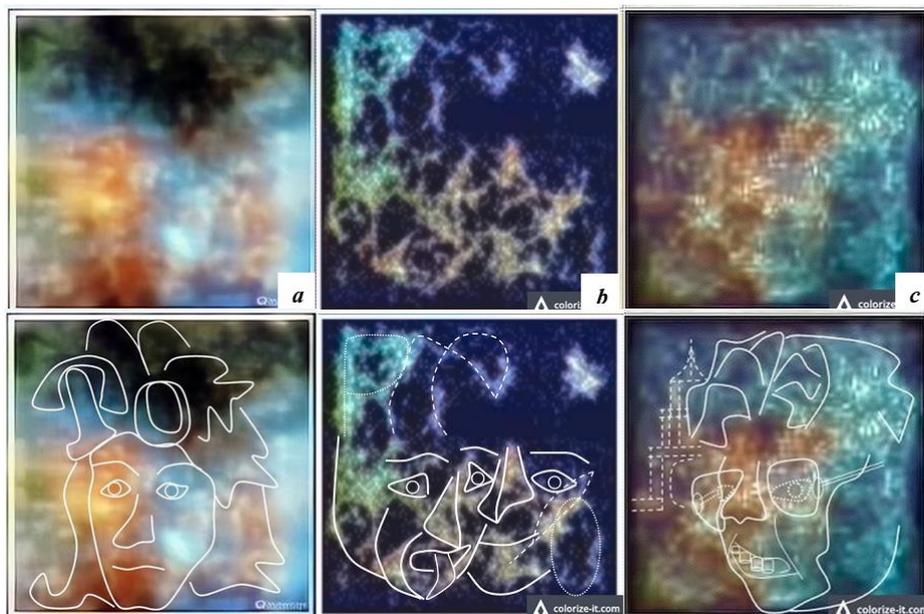


Рисунок 9 - Изображение, полученное из слов, начинающихся с соседних букв алфавита С(c) или D(d) (PLS-метод,  $p=0.6$ ,  $h=1.7$ ,  $n=10$ ) (a); из слов начинающихся с соседних букв алфавита О(o) или Р(p) (LS-метод,  $d=1$ ,  $m=1$ ,  $R1=20$ ,  $R2=4$ ,  $s1=0.25$ ,  $s2=10-2$ ) (b); из слов начинающихся с соседних букв алфавита S(s) или T(t) (LS-метод,  $d=1$ ,  $m=1$ ,  $s1=s2=10-2$ ,  $R1=20$ ,  $R2=10$ ) (c). Паттерн на Рис.9а повернут на 180 градусов. Внизу ручная разметка

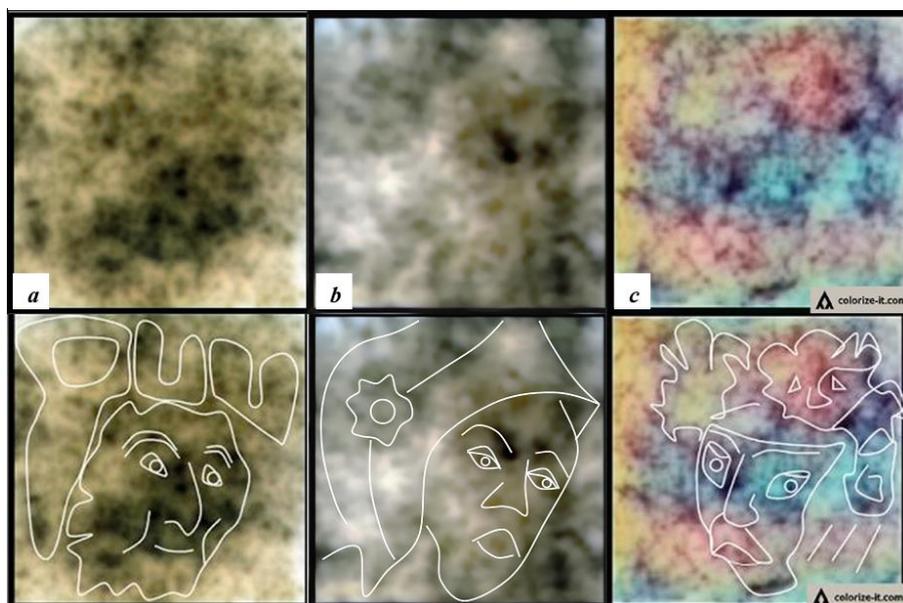


Рисунок 10 - Изображение, полученное из слов, начинающихся с соседних букв алфавита А(a) или В(b) с использованием PLS-метода ( $p=0.5$ ,  $h=1.7$ ,  $n=10$ ), с инверсией яркости и поворотом на 90 градусов по часовой стрелке (a); из слов начинающихся с букв от Е(e) до Н(h) с использованием PLS-метода ( $p=0.75$ ,  $h=2$ ,  $n=10$ ) с инверсией яркости и поворотом на 90 градусов против часовой стрелки (b); результат инверсии яркости на Рис.3с с последующей псевдо-колоризацией (c). Внизу ручная разметка

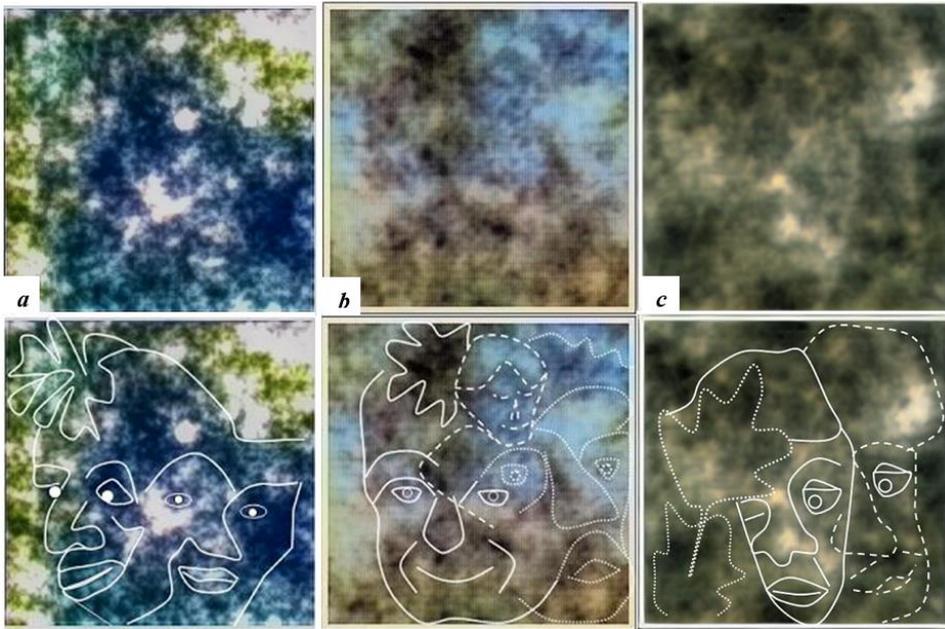


Рисунок 11 - Изображение, полученное из слов, содержащих соседние буквы алфавита E(e) или F(f) в первой, второй и третьей позициях, с использованием PLS-метода ( $p=1.5$ ,  $h=2.5$ ,  $n=10$ ) (a); буквы алфавита от C(c) до F(f) в позициях 1–5 ( $p=0.6$ ,  $h=1.8$ ,  $n=5$ ) (b); буквы алфавита от P(p) до S(s) в позициях 1–5 ( $p=0.6$ ,  $h=1.8$ ,  $n=5$ ) (c). Внизу ручная разметка

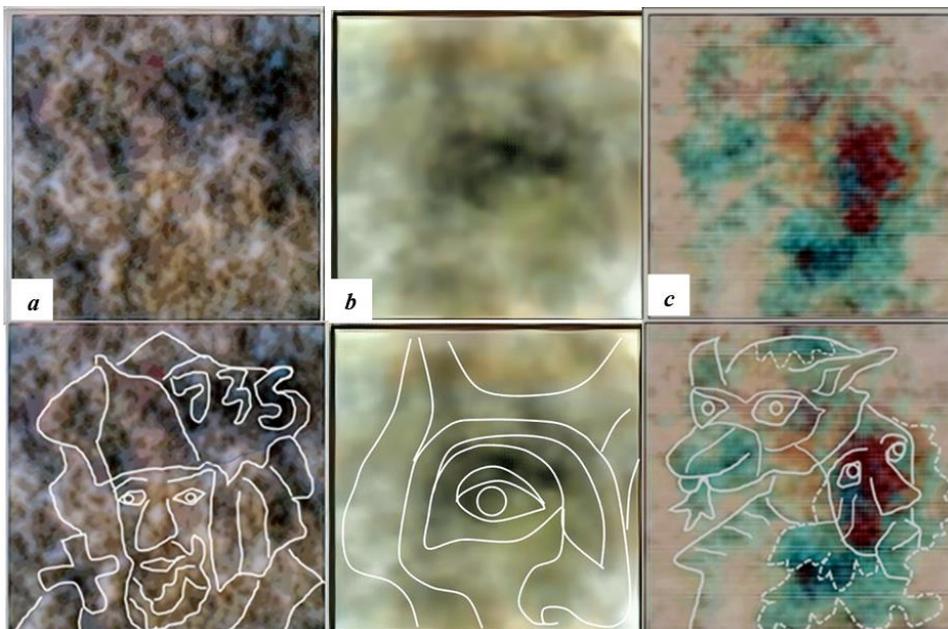


Рис.12. Изображение, полученное из всех первых букв слов в предисловии Сезарю с поворотом на 90 градусов против часовой стрелки (a); из всех букв алфавита от A(a) до O(o) в предисловии Сезарю (b) с использованием PLS-метода ( $p=1$ ,  $h=2$ ,  $n=10$ ) на сетке 125x123. Изображение, полученное из всех первых букв слов в предисловии королю Генриху с использованием PLS-метода ( $p=0.5$ ,  $h=2$ ,  $n=10$ ) на сетке 167x164 (c). Внизу ручная разметка

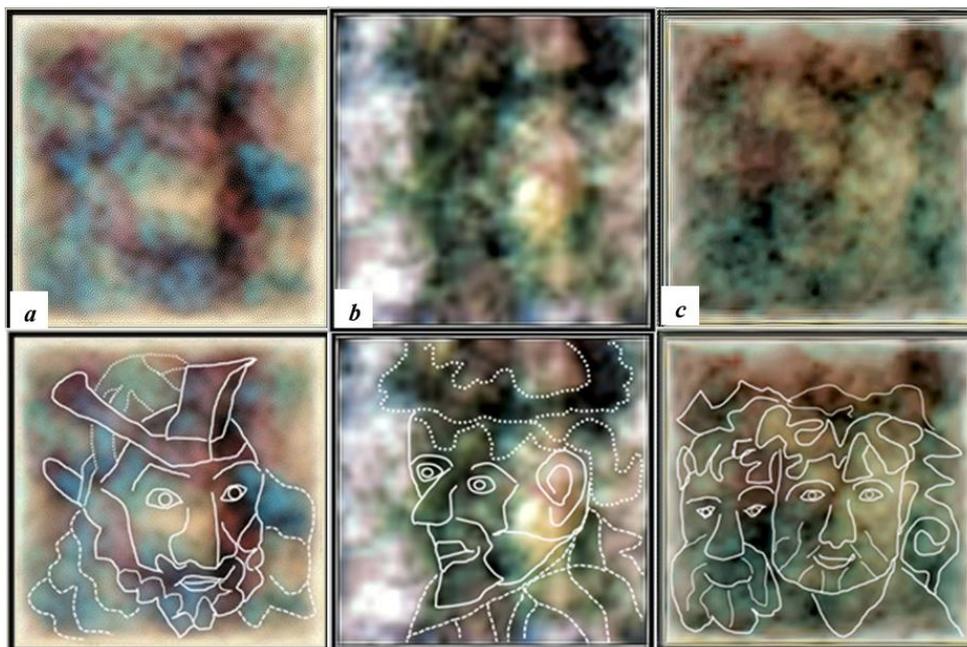


Рисунок 13 - Изображение, полученное из всех слов, начинающихся с букв алфавита от A(a) до I(i) в предисловии королю Генриху (a); из всех букв от A(a) до L(l) (b); из всех букв от G(g) до M(m) (c). Использовался LS-метод ( $d=1$ ,  $m=0$ ,  $s_1=s_2=10^{-2}$ ,  $R_1=30$ ,  $R_2=10$ ), яркость паттернов инвертируется, сетка 167x164. Внизу ручная разметка

### Обсуждение.

#### Графический шифр или парейдолия?

Хорошо известно, что человеческий разум имеет склонность к ложному распознаванию лиц в случайных шумах [21]. Этот эффект, именуемый парейдолией, указывает на высокую значимость распознавания лиц в жизни человека. По-видимому, причиной парейдолии является способность мозга быстро анализировать большой объем информации, выделяя контуры значимых объектов и пренебрегая дефектами. При этом контуры значимых объектов реализуются в большом объеме шумов в силу естественных случайных факторов. Поэтому проблема состоит не в том, чтобы найти видимое или математическое отличие между реальным изображением с дефектами и парейдолическим изображением, а скорее в том, чтобы оценить вероятность случайной реализации контуров изображения в случайном шуме.

Знаменитым примером парейдолии является “лицо сфинкса” на Марсе [22], которое демонстрирует несколько качественных отличий от полученных нами изображений.

(1) Характерные признаки изображения для “марсианского сфинкса” менее выражены. Не случайно он называется “сфинксом”, поскольку его лицо сильно искажено и мало напоминает человеческое.

(2) “Сфинкс”, возможно, является единственным парейдолическим феноменом в бесконечном многообразии марсианского ландшафта. Не удивительно, что в большом разнообразии форм были обнаружены контуры, напоминающие лицо фантастического персонажа. В

противоположность этому, в "Пророчествах" Нострадамуса орнамент с признаками искусственного происхождения наблюдается повсеместно.

(3) В отличие от парейдолических эффектов, графический шифр Нострадамуса имеет признаки системной организации. Например, отображение всех слов на плоскости приводит к появлению изображений как для катренов (Рис.4b,c), так и для обоих прозаических предисловий (Рис.12a,c). Рисунки 5–10, полученные из слов в катренах, имеют достаточно высокий уровень системной организации, поскольку все буквы алфавита вовлечены в систему шифра. Более того, алфавит может быть разбит на интервалы без перекрытий, в каждом из которых обнаруживается изображение (см. пятую строку Таблицы 1).

(4) Важным качественным отличием между обнаруженными изображениями и парейдолическими феноменами является присутствие спаренных изображений за счет инверсии цвета (Рис.3с и Рис.10с, Рис.4b и Рис.4с, Рис.6b и Рис.6с, Рис.8a и Рис.8b) или при повороте паттерна (см., например, Fig.A2b и Fig.A2с, Fig.A3, Fig.A9b и Fig.A9с, Fig.A10b и Fig.A10с в электронном препринте [13]). Действительно, поскольку парейдолическое изображение является комбинацией световых пятен, случайно принявшей знакомые очертания, появление новой знакомой формы при инверсии цвета или при повороте такого изображения представляется маловероятным. Напротив, в графическом шифре Нострадамуса мы обнаруживаем эти особенности во многих случаях. Выше были упомянуты лишь некоторые примеры; другие примеры такого рода могут быть найдены читателем самостоятельно, с использованием приведенных рисунков.

Качественные аргументы касаются проблемы в целом, не отменяя полезности математических оценок для конкретных изображений. Обнаружение математических критериев изображений могло бы способствовать более эффективной обработке паттернов. Поэтому может оказаться весьма плодотворным вовлечение в эту тему специалистов в области распознавания паттернов и обработки изображений.

#### **Критерий связности паттернов.**

Необходимым условием графического шифра является упорядоченное расположение точек паттерна, причем точки паттерна, предположительно, должны демонстрировать тенденцию к формированию линий (связность).

Определим степень связности паттерна следующим образом. Выберем некоторую точку  $I$  паттерна и подсчитаем количество точек, удаленных от исходной точки на расстояние не превышающее  $R$ . Назовем их первыми соседями точки  $I$ . Выполним аналогичную процедуру для всех найденных первых соседей, после чего исключим из полученного списка те точки, которые уже присутствуют в списке первых соседей. Полученный список назовем списком вторых соседей точки  $I$ . Продолжим описанную процедуру до тех пор, пока список соседей очередного уровня не окажется пустым. Объединенный список соседей всех уровней назовем сетью точки  $I$ , а количество элементов в ней назовем размером сети. Очевидно, размер сети точки  $I$  зависит от выбранного расстояния  $R$ . Просуммировав размеры сетей по всем точкам паттерна и разделив полученную сумму на количество точек паттерна, получим средний размер сети, который характеризует связность паттерна. Сгенерируем достаточное количество (для наших целей вполне достаточно

$1E+05...1E+06$ ) случайных паттернов аналогичного размера, и для каждого из них рассчитаем средний размер сети. Доля  $P$  случайных паттернов, для которых средний размер сети оказался больше либо равен среднему размеру сети исходного паттерна, представляет собой оценку вероятности случайной реализации исходного паттерна (по критерию связности) при заданном  $R$ . Повторяя описанную процедуру для различных  $R$ , можно построить график зависимости  $P(R)$ . В силу определения, функция  $P(R)$  стремится к единице в пределе как малых, так и больших  $R$ , и имеет минимум при некотором промежуточном  $R$ . Величину этого минимума  $P_{\min}$  примем в качестве оценки вероятности случайной реализации паттерна по критерию связности.

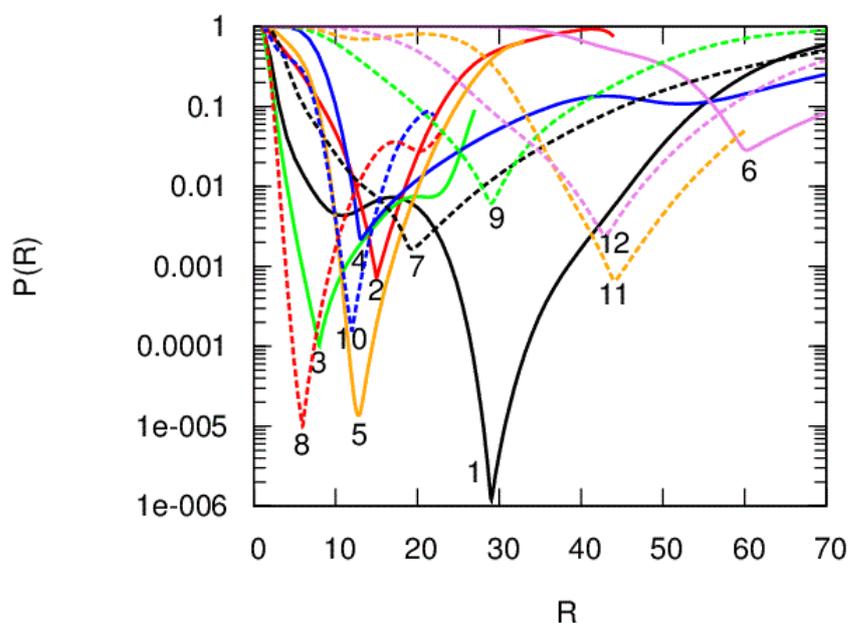


Рисунок 14 - Сглаженные кривые вероятности случайной реализации  $P(R)$  для паттернов составленных из слов с корнями (1) "arab", (2) "contre", (3) "ciel", (4) "larm", (5) "loin", (6) "bras", (7) "malins", (8) "est", (9) "gaulois", (10) "dedans", (11) "deceus", (12) "arc" в катренах (для сетки  $200 \times 200$ )

На Рис.14 представлены графики  $P(R)$  полученные для паттернов, соответствующих заданным словам в катренах (паттерны составлялись из слов, встречающихся не менее пяти раз, см. также Рис.1). Можно видеть, что величина  $P_{\min}$  в ряде случаев оказывается порядка  $1E-05$ . Это кажется примечательным, потому что свобода выбора паттернов в нашем эксперименте ограничена (материал катренов позволяет составить только несколько сотен таких паттернов).

Чтобы оценить эффект от свободы выбора паттернов, мы сравнили величины  $P_{\min}$  в двух выборках. Первая выборка была составлена из 100 случайно выбранных паттернов, соответствующих словам в катренах. Вторая выборка составлена из случайно сгенерированных паттернов, имеющих аналогичные размеры. Для обеих выборок были рассчитаны величины  $P_{\min}$ , соответствующие паттернам. В выборке случайных паттернов величина  $P_{\min}$  опустилась ниже значения 0.01 в десяти случаях, причем ее наименьшее значение составило 0.003. В выборке паттернов,

соответствующих словам в катренах, значение  $P_{\min} < 0.01$  встретилось 28 раз (причем дважды реализовалось наименьшее значение  $P_{\min} \sim 1E-05$ ). Вероятность такого события можно оценить по формуле Бернулли  $p(k) = \frac{n!}{k!(n-k)!} (p^k)(1-p)^{n-k}$ , где  $n=100$  (количество “испытаний” соответствует числу паттернов в выборке),  $k=28$  (число реализаций “интересного результата”),  $p=0.1$  (оценка вероятности реализации “интересного результата” в одиночном испытании, исходя из случайных выборок). Отсюда получается  $p(28) \sim 3E-07$ , что и является оценкой случайной реализации нашего результата (вклады в эту оценку от ситуаций  $k > 28$  пренебрежимо малы).

Таким образом, можно, по-видимому, считать статистически установленным, что слова в “Пророчествах” Нострадамуса расположены не случайно. Это утверждение представляется необходимым условием графического шифра. Однако, строго говоря, оно не является достаточным условием, потому что слова в тексте могут быть расположены не случайно в силу других причин. Одна из таких причин может быть связана с требованиями рифмы в поэтическом тексте, приводя к близкому порядку точек паттерна. Такой ближний порядок пренебрежимо мал, если паттерны состояются из заданных слов и содержат относительно небольшое количество точек (менее 100), как и в описанном эксперименте. Если же рассматриваются паттерны, составленные из заданных букв, тогда ближний порядок, проистекающий из требований рифмы, может оказаться существенным. Другая причина неслучайности расположения точек может быть связана со смысловым содержанием текста, приводя к некоторому дальнему порядку точек. Так в повествовательном произведении имя героя может впервые появиться в середине текста, и далее использоваться повсеместно, приводя к некоторой “связности” паттерна при больших  $R$ . Контраргументом к последнему замечанию выступает тот факт, что катрены Нострадамуса обычно считаются несвязанными по смыслу, так что цельность повествования отсутствует.

### **Как Нострадамус создал спаренные изображения – светлым по темному и темным по светлому?**

Как уже отмечалось, в ряде случаев инверсия яркости приводит к появлению нового (спаренного) изображения. Создание таких изображений требует определенного мастерства художника, а также предполагает использование специальных техник. Возможный метод для создания спаренных изображений (светлым по темному и темным по светлому) иллюстрируется на Рис.15. Свет падает на стекло или на лист темной полупрозрачной бумаги. Первое изображение создается непрозрачной белой краской на лицевой стороне (откуда падает свет). Инверсное изображение возникает, если рассмотреть лист с противоположной стороны, тогда участки закрасненные непрозрачной краской выглядят как темные пятна на светлом фоне. В результате возникает спаренное изображение, которое затем можно зашифровать в тексте.

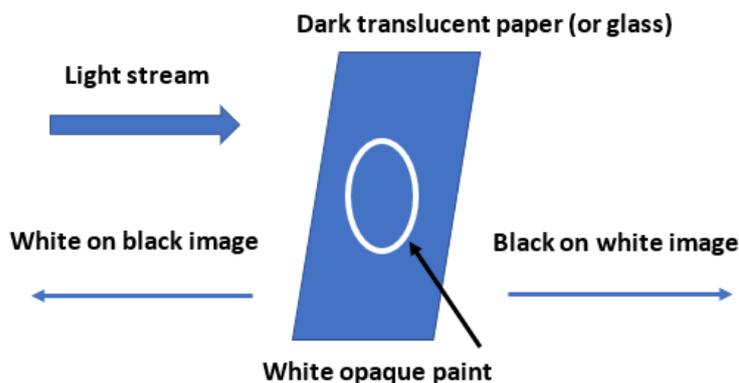


Рисунок 15 - Предполагаемый метод построения спаренных изображений (светлое на темном и темное на светлом фоне)

### Как Нострадамус получал непрерывные изображения из точечных рисунков?

Изображение зашифрованное в тексте представляет собой набор точек. Визуальное восприятие такого изображения в большинстве случаев затруднено или невозможно. Для преобразования точечного изображения к непрерывному мы использовали вычислительные ресурсы, которые были недоступны в 16 веке. Поэтому необходимо найти оригинальную методику, которой пользовался художник. Мы предполагаем, что Нострадамус использовал простой метод, схематично представленный на Рис.16. Свет источника проходит через экран с дырками (это точечное изображение), затем через рассеивающую среду (водяной пар?), и наконец, падает на второй экран, где и возникает непрерывное изображение. В местах наложения световых пятен их яркость автоматически суммируется. Функция рассеяния зависит от свойств рассеивающей среды, а также от характеристик источника света и от формы дырок на первом экране. Поскольку нам не известны эти параметры, мы находим функцию рассеяния эмпирически. Можно предполагать, что недостаточно высокое качество полученных изображений в значительной степени обусловлено именно тем фактом, что истинная функция рассеяния остается на данный момент неизвестной.

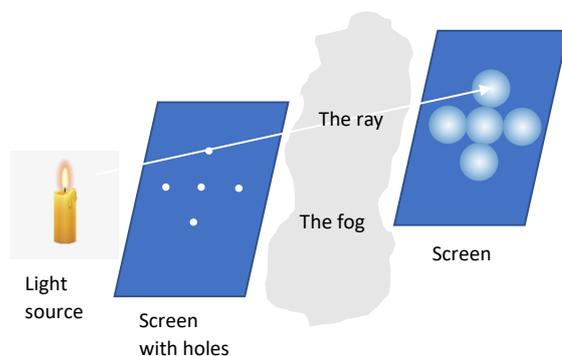


Рисунок 16 - Предполагаемый метод, используемый Нострадамусом для преобразования точечных изображений к непрерывным

### **Шифр Нострадамуса в историческом контексте.**

На момент публикации "Пророчеств" (1555–1568) наиболее известным методом шифрования был "шифр Цезаря" ("скитала") [12], в котором лента наматывается на цилиндр, и текст записывается вдоль оси цилиндра. После удаления цилиндра на ленте остается набор букв, который выглядит случайным. Недостаток этого метода в том, что бессмысленная последовательность букв ясно указывает на присутствие шифра, причем для дешифровки сообщения достаточно правильно подобрать радиус цилиндра.

В 16 веке в Европе возрос интерес к более продвинутым методам шифрования. Так в 1553 году, то есть практически одновременно с публикацией "Пророчеств" Нострадамуса, итальянец Беллазо предложил важное усовершенствование "шифра Цезаря" [23]. Текст, зашифрованный методом Беллазо, по-прежнему выглядит как случайная последовательность букв, однако для его дешифровки недостаточно подобрать шаг (радиус цилиндра), но необходимо знать последовательность шагов, определенную ключевым словом.

Другое направление мысли было отражено в "Стеганографии" Тритемия [24]. Этот манускрипт был написан в 1499 году и распространялся в рукописных версиях; его первая частичная публикация была выполнена только в 1606 году. При использовании техник стеганографии неосведомленный читатель не догадывается, что перед ним зашифрованное сообщение, потому что скрытая информация незаметно встраивается в обычный текст. Некоторые приемы Тритемия были поняты и изучены лишь недавно [25].

Графический шифр Нострадамуса занимает промежуточное положение между двумя упомянутыми подходами. Действительно, техника шифрования в прозаических предисловиях математически подобна "шифру Цезаря" (описывается теми же формулами), где после "наматывания" текста на цилиндр можно его "разрезать" вдоль оси цилиндра для получения зашифрованного сообщения на прямоугольном листе. Различие в том, что для "Пророчеств" Нострадамуса эта процедура приводит к рисунку вместо текста, потому что выделенные буквы образуют не слова, а фигуры на плоскости. В то же время, как и в случае стеганографии, неосведомленный читатель не догадывается, что имеет дело с зашифрованным сообщением.

Переход от прозаических текстов к нумерованным катренам является логическим следующим шагом в развитии метода, позволяя передать изображения в более четком виде, благодаря постоянному уточнению координат по ходу текста. Именно в этом случае можно зашифровать достаточно сложное и конкретное изображение. Отметим, графический шифр предлагает простое объяснение катренам с непророческим содержанием. Действительно, хотя такие катрены не несут смысловой нагрузки, они служат полезным строительным материалом для зашифрованных рисунков.

Поскольку Нострадамус предлагает этот метод впервые, он находится на переднем крае научной мысли своего времени. Поэтому для него было не лишено смысла зашифровать этим методом некоторое формальное сообщение, например, изображение человеческого глаза (см. Рис.12b). Действительно, уже этот факт мог бы доказать авторство Нострадамуса в разработке нового перспективного метода стеганографии. Однако, это не исключает, что Нострадамус хотел

оставить потомкам некоторое конкретное послание. В этом случае необходимо идентифицировать лица на рисунках, но к сожалению, на данный момент это не представляется возможным. Кажется, склонность автора к сюрреализму, на манер итальянского художника эпохи Ренессанса Джузеппе Арчимбольдо (1528–1593) [26] (например, использование совмещенных лиц) конфликтует с идеей передачи конкретной информации. В то же время, невысокое качество изображений может быть обусловлено несовершенством наших методов обработки паттернов. Как отмечалось, полученные нами изображения имеют лишь приближенный характер.

В заключении обсудим жизненные обстоятельства, которые могли мотивировать Нострадамуса на разработку графического шифра. Возможно, идея пришла к Нострадамусу, когда он работал над переводом “Иероглифики” Горатоллона, то есть за десять лет до первой публикации пророчеств [27]. Содержание текста Горатоллона – весьма вольная интерпретация египетских иероглифов, включая многочисленные изображения людей, животных и птиц. Легко представить, что будучи вдохновлен таинственным миром изображений на древних памятниках, Нострадамус решил создать собственную систему таинственной графики. С другой стороны, однако, Нострадамус не был художником. Известны лишь акварели “папских пророчеств” [28], которые, как считается, приписываются Нострадамусу по недоразумению. Поэтому нельзя исключать, что рисунки зашифрованные Нострадамусом выполнены другим художником, а не им самим.

Нам кажется любопытным катрен 3-94, часто интерпретируемый как предсказание о расшифровке “Пророчеств” Нострадамуса спустя 500 лет после публикации [26]: *“Пятьсот лет не будут более принимать в расчет / Того, кто был орнаментом своего времени. / Затем внезапно он прольет великий свет, / Что сделает [их] очень довольными в этом веке”*. Если наше предположение правильно, труд предсказателя уподобляется здесь некоторому “орнаменту”, то есть набору паттернов, на который нужно “пролить свет” правильным образом.

### **Заключение.**

Под прикрытием туманного предсказательного текста Нострадамус создал большой графический шифр, в котором позиции слов и букв несут информацию об элементах изображений. Предложены приближенные методы восстановления зашифрованных изображений и обнаружены, главным образом, человеческие лица, выполненные в стиле, напоминающем современный сюрреализм. Полученные результаты нуждаются в независимой проверке. Обнаружение более адекватных методов для восстановления полученных изображений – это релевантная, однако не тривиальная, математическая задача. Выяснение смысла полученных изображений остается насущной проблемой.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Les propheties de M.Michel Nostradamus (1568) Lyon, par Benoist Rigaud.
2. Benazra R (1990) Repertoire Chronologique Nostradamique (1545–1989). Paris, Ed. La Grand Conjonction.

3. Lemesurier P (2003) *The Unknown Nostradamus: The Essential Biography for His 500th Birthday*. London, John Hunt Publishing .
4. Leroy E (1972) *Nostradamus: Ses origines, sa vie, son oeuvre*. Marseille, Editions Jeanne Laffitte .
5. Brind'Amour P (1993) *Nostradamus astrophile: les astres et l'astrologie dans la vie et l'œuvre de Nostradamus*. Presses de l'Université d'Ottawa .
6. Prévost R (1999) *Nostradamus, le mythe et la réalité: un historien au temps des astrologues*. Paris, Le Grand livre du mois.
7. Пензенский А (2005) *Пророчества магистра Мишеля Нострадамуса*. Москва, Эксмо .
8. Frontenac R (1950) *La clef secrete de Nostradamus*. Paris, Les Editions Denoel .
9. Guinard P (2015) *Nostradamus occultiste: Codes et Procèdes de Chiffrement dans l'œuvre de Nostradamus*. Paris, Books on Demand.
10. Crouzet D (2011) *Nostradamus: une médecine des âmes à la Renaissance*. Paris, Ed. Payot & Rivages.
11. Kahn D (1967) *The Codebreakers: The Story of Secret Writing*. New York, Macmillan.
12. Luciano D, Prichett G (1987) *The College Mathematics Journal*. 18 (1): 2–17 .
13. Razumov I K (2020–2023) *Graphic cipher of Nostradamus*. SSRN, 14 Jan 2020, 3508575; <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3508575> .
14. Davies E (1990) *Machine Vision: Theory, Algorithms and Practicalities*. London, Academic Press.
15. Mark S. Nixon and Alberto S. Aguado (2008). *Feature Extraction and Image Processing*. London, Academic Press.
16. Дьяконов В П (2010) *Mathematica 5/6/7. Полное руководство*. Москва, ДМК Пресс.
17. Loeffler C, Ligtenberg A and Moschytz G. *Practical Fast 1-D DCT Algorithms with 11 Multiplications // Proc. Int'l. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing 1989 (ICASSP '89)*, pp. 988—991.
18. Campisi P et al (2007) *Blind Image Deconvolution: Theory and Applications* . London, CRC Press.
19. Jenkins F A, White H E (1950) *Fundamentals of Optics*, 2nd ed. New York, McGraw-Hill .
20. Tsveter D (1998) *The Pattern Recognition Basis of Artificial Intelligence*. New York, Wiley .
21. Liu J, Li J, Feng L, Li L, Tian J, and Lee K (2014) *Cortex*. 53: 60–77 .
22. "Cydonia – the face on Mars". ESA. September 21, 2006. Retrieved April 19, 2013.
23. Bellaso G B (1553) *La cifra del Sig. Giovan Battista Bellaso, gentil'huomo bresciano, nuovamente da lui medesimo ridotta à grandissima brevità et perfettione*. Venetia.
24. Tritemius J (1606) *Steganographia, hoc est ars per occultam scripturam animi sui voluntatem absentibus aperiendi certa*. Ex officina typographica Matthiae Beckeri, sumptibus Ioannis Berneri .
25. Reeds J (1998) *Cryptologia*. 22 (4): 191–317.
26. DaCosta Kaufmann T (2009) *Arcimboldo: Visual Jokes. Natural History, and Still-Life Painting*. Chicago – London, University of Chicago Press
27. Rollet P (1968) *Interprétation des hiéroglyphes de Horapollo*. Barcelone, Ed. Ramoun Berengué .

28. Vaticinia Michaelis Nostredami de Futuri Christi Vicarii ad Cesarem Filium / Biblioteca Nazionale Centrale di Roma, sezione manoscritti antichi. Registro di consultazione manoscritto V.E. 307.

---

## GRAPHIC CIPHER OF NOSTRADAMUS

### Razumov I.K.

Graphic cipher of Nostradamus was first discovered by the author and approximate methods for recovering encrypted images have been proposed. The encryption method of Nostradamus is essentially Caesar's cipher, which was adapted to transmit images instead of text. This method could have scientific value in the 16th century, without reference to the meaning of the hidden images, which is currently unclear. Given the rather high complexity of such a cipher, it is possible that these images carry the main substantive content of the texts under consideration. Problems such as improving methods for pattern processing and identifying new images, mathematical criteria for distinguishing encrypted images from spillover pareidolia effects, and interpreting the images in a historical context remain relevant. The proposed original approach can serve as the beginning of a conceptual shift in the study of the prophecies of Nostradamus – from interpretations of foggy texts to the image recovery and recognition. The obtained results are essential for the history of steganography and shed a fundamentally new light on the work of Nostradamus.

**Keywords:** Nostradamus, graphic cipher, steganography, image processing, patterns.