Поэтические реконструкции, или приведение к симметрии (на примере «Персидских мотивов» С. Есенина)

О. В. Владимирова, Ю. Д. Григорьев

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет («ЛЭТИ»)
Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация

На примере шести стихотворений из «Персидских мотивов» С. Есенина рассматриваются возможные реконструкции, приводящие их к симметричному виду. Отмечается, что некоторые из них, в частности «Шаганэ ты моя, Шаганэ» изначально симметричны в строфическом отношении, другие приводятся к симметрии в результате элементарных преобразований, а третьи обладают структурой, не позволяющей решить задачу симметризации без перестройки всего стихотворения в целом.

Рассмотренные стихотворения представлены 5-стишиями, которые хотя и асимметричны, но обладают гораздо большим запасом сочетаемости стихов, чем четверостишия. Во всех случаях или найдены варианты приведения к симметрии, или указаны причины, по которым это невозможно сделать. Приведены примеры «ошибок» в стихах Пастернака и Мережковского, после «исправления» которых их стихи становятся симметричными. Отмечается, что метод реконструкции для приведения к симметрии является универсальным и может быть использован как при анализе поэтических форм по горизонтали (симметрия ритма), так и по вертикали (симметрия схем рифмовок, рефренов и других композиционных фигур).

Ключевые слова

симметрия, признак симметрии, схема рифмовки, повторяемость стихов, ожерелье, симметричное ожерелье, реконструкция, элементарные преобразования.

Для цитирования

Владимирова О. В., Григорьев Ю. Д. Поэтические реконструкции, или приведение к симметрии (на примере «Персидских мотивов» С. Есенина) // Вестник НГУ. Серия: Лингвистика и межкультурная коммуникация. 2020. Т. 18, № 4. С. 16–31. DOI 10.25205/1818-7935-2020-18-4-16-31

Poetic Reconstructions, or Reduction to Symmetry (Based on S. Esenin's Cycle "Persian Motives")

Olga V. Vladimirova, Yuri D. Grigoriev

*St. Petersburg State Electrotechnical University («LETI»)
St. Petersburg, Russian Federation*

Abstract

Based on the example of S. Esenin's six poems from the cycle "Persian motives" certain reconstructions of poems making them parallel / symmetric are considered. It is pointed out that the strophes of some of them, namely in "Shaganet, o my love, Shaganet" are initially symmetric, others can be reduced to symmetry as a result of elementary transformations, still the others have the structure that does not allow of symmetrization without the reorganization of the whole poem.

The poems considered in the paper are asymmetric five-line stanzas, however, they have a greater combinative power of verses than quatrains. In all the cases variants of reduction to symmetry are found or the reasons why it cannot be done are specified. Examples of "errors" in Pasternak's and Merezhkovsky's verses are identified and then "corrected", which make the above poems symmetric.

It is noted that the method of poetic symmetrization is universal and can be used both at the horizontal analysis level (regarding symmetry of rhythm), and at the vertical one (dealing with symmetry of rhyming schemes, refrains and other composite figures of prosody)

Keywords

symmetry, symmetry indication, the rhyming scheme, repetitiveness of verses, necklace, symmetric necklace, reconstruction, elementary transformations

For citation

Vladimirova, Olga V., Grigoriev, Yuri D. Poetic Reconstructions, or Reduction to Symmetry (Based on S. Esenin's Cycle "Persian Motives"). *Vestnik NSU. Series: Linguistics and Intercultural Communication*, 2020, vol. 18, no. 4, p. 16–31. DOI 10.25205/1818-7935-2020-18-4-16-31

Введение

Строфичность предполагает повторение какой-то структуры сочетания строк [Гаспаров, 2001. С. 179]. В «Персидских мотивах» Есенин взял за основу рефренность 5-стиший, изредка перемежая их в отдельных случаях 4- и 6-стишиями [Есенин, 1985]. Избегая математических построений, этот цикл кратко отметил Федотов [Федотов, 2002. С. 15, 172], особо выделив «Шаганэ...». Помимо «Шаганэ...» он отмечает еще пять стихотворений – это «Свет вечерний шафранного края...», «Воздух прозрачный и синий...», «В Хороссане есть такие двери...», «Голубая родина Фирдуси...», и «Глупое сердце, не бейся!...».

Общим признаком, объединяющим все шесть стихотворений, является повторяемость отдельных строк. И хотя Есенин не стремится к «педантичной штамповке совершенно одинаковых строф, время от времени допуская перестановку в порядке рифмовки» [Федотов, 2002. С. 15, 172] и, добавим, в порядке повторяемых строк, во всех названных случаях присутствует тем не менее скрытая симметрия в чистом виде или симметрия нарушенная.

Есенин был далеко не единственным поэтом, использовавшим в своем творчестве идеи симметрии. Особенно изобретательным в этом отношении был, скажем, Игорь Северянин [Северянин, 1988]. Все созданные им стилистические фигуры, такие как «Кэнзель», «Дизель», «Миррэт», «Переpleск» и т. д. – суть симметричные ожерелья, о которых пойдет речь в статье, или близкие к ним формы. Особенно показателен в этом отношении «Квадрат квадратов», который безупречен с точки зрения симметрии и допускает красивый анализ с помощью теории групп. Обращение к этой теории при анализе творчества Анны Ахматовой приводится в [Корона, 1999. С. 105].

Цель статьи – не прибегая к сложным математическим построениям, представить симметрии «Персидских мотивов» в как можно более явном виде, а там, где она нарушена – указать возможные реконструкции, приводящие к симметрии.

Сами по себе эти реконструкции никакой специальной цели не преследуют. Однако близость оригиналов к неким симметричным эталонам должна подчеркнуть, что принцип симметрии незримо присутствует в творчестве поэтов и в теории стихосложения вообще [Портер, 2003; Мартыненко, 2016]. При отклонении же от симметрии можно говорить уже не о ней, а о закономерностях асимметрии, что приведет нас к тем или иным принципам гармонии, среди которых наиболее известным является золотое сечение [Григорьев, Мартыненко, 2017].

Забегая вперед, заметим, что природа золотого сечения тесно связана с числом 5, точнее, с рекуррентной последовательностью чисел Фибоначчи $\{F_n : F_1 = 1, F_2 = 1\}$, определяемой равенством $F_{n+2} = F_{n+1} + F_n$, $n = 1, 2, \dots$. Следовательно, пятистишия по своей природе несут в себе гармонию асимметрии.

Ожерелья

В качестве математического инструмента, который идеально подходит для анализа симметрий в стиховедении, будем использовать так называемые *ожерелья*. Для них существует хорошо разработанная теория перечисления Пойа [Харари, 1973], в которой ключевую роль играют понятия циклового индекса для циклических и диэдральных групп. Мы не будем останавливаться на этих глубоких понятиях, отметив лишь, что неявно использовали некоторые из этих результатов в представленной работе. Отметим также, что к понятию ожерелья, введя другое определение, самостоятельно пришел Портер в своей всеобъемлющей работе о симметрии в стихах [Портер, 2003].

Математическая модель строфы

Ожерелья – это конструкции, которые в теории графов называются простым циклом. Они оказываются чрезвычайно удобным инструментом для анализа строф в качестве их математической модели.

Сопоставим каждому стиху строфы вершину (точку) v_k . Строфа из n стихов (n -стишие) содержит n вершин. Соединив их ребрами (отрезками линий), а затем, соединив последнюю вершину с первой, получим простой цикл. Его удобно изображать в виде правильного n -угольника, вписанного в окружность.

Вершины цикла помечают какими-либо метками. Скажем, одни рифмующиеся стихи помечают одной буквой, а другие – другой, как собственно и принято в стиховедении. Простой цикл с размеченными вершинами назовем (n, m) -*ожерельем*, где n – длина ожерелья, $m = (m_1, \dots, m_q)$, $n = m_1 + \dots + m_q$ – распределение бусин (вершин) по q цветам. Цветов бусин может быть несколько. Это определяется количеством признаков $q \geq 2$, по которым мы хотим классифицировать стихи строфы. Обычно, чтобы не затемнять анализ, полагают $q = 2, 3$.

Все вершины цикла (бусины ожерелья) помечаем числами $1, 2, \dots, n$ по часовой стрелке, но на рисунках нумерацию, кроме начальной вершины 1 , опускаем.

В контексте поставленной задачи анализа симметрий строфы в качестве цветов бусин выступают *признаки симметрии*, присущие элементам строфы. Элементами строфы являются словесные единицы. Ими могут быть стихи, отдельные слова, фразы и т. д. Если эти единицы наделяются каким-либо общим признаком, скажем, повторяемостью, синтаксическим рефреном, эхом или иным композиционным приемом, то говорят о симметрии соответствующего типа.

Примерами стилистических фигур, наделяющих строфу симметрией, являются анафора, эпифора, симплока, анадиплосис, параллелизмы (синтаксические, лексические, ритмические), рефрен и т. д. В «Персидских мотивах» нас, в первую очередь, будут интересовать повторы стихов.

В обычной математике понятие симметрии связывается с возможностью самосовмещения фигуры с самой собой при некоторых ее преобразованиях, называемых движениями [Вейль, 2007]. К числу таких преобразований относятся, в частности, зеркальные отражения и повороты. Если при выполнении таких движений фигура хотя бы раз самосовместится, то говорят, что она симметрична. В таких случаях на плоскости можно определить ось симметрии и центр симметрии, относительно которых фигура обладает зеркальной или поворотной симметрией соответственно. Если таких осей симметрии будет две, говорят, что фигура имеет ось симметрии 2-го порядка и т. д. Скажем, прямоугольник обладает осевой симметрией второго порядка, так как он имеет две оси симметрии. Квадрат обладает осевой симметрией 4-го порядка, так как он, в дополнение к предыдущему случаю, обладает еще и двумя симметриями относительно диагоналей.

Строфический репертуар поэзии чрезвычайно широк. Это демонстрирует табл. 1 [Харари, 1973; Яковенко 1998; Портер, 2003], где показаны общее количество (n, k) -строф (ожерелий), различаемых по одному признаку, и количество симметричных среди них.

Это количество быстро растет с ростом n . Поэтому не следует удивляться обнаруженной К. Д. Вишневым закономерности [Федотов, 2002. С. 18]: чем крупнее строфа по объему, тем больше она имеет ритмических вариантов¹, но тем меньше эти варианты используются. Это понятно, так как количество несимметричных вариантов растет значительно быстрее числа симметричных. Несимметричные же варианты строф поэты обычно предпочитают не использовать.

Таблица 1

Общее число (n, m) -ожерелий и симметричных среди них, $m = (k, n - k)$

Table 1

Total number of (n, m) -necklaces, symmetric necklaces among them, $m = (k, n - k)$

$(n - k)$	(6, 3)	(7, 3)	(8, 3)	(8, 4)	(9, 3)	(9, 4)
Всего	4	5	7	10	10	14
Симметричные	3	3	3	7	4	6
(n, k)	(10, 3)	(10, 4)	(10, 5)	(11, 3)	(11, 4)	(11, 5)
Всего	12	22	26	15	30	42
Симметричные	4	10	11	5	10	10
(n, k)	(12, 3)	(12, 4)	(12, 5)	(12, 6)	(13, 3)	(13, 4)
Всего	19	43	66	80	22	55
Симметричные	5	15	10	26	6	15
(n, k)	(13, 5)	(13, 6)	(14, 3)	(14, 4)	(14, 5)	(14, 6)
Всего	99	132	26	73	143	217
Симметричные	15	20	6	20	15	35
(n, k)	(14, 7)	(15, 3)	(15, 4)	(15, 5)	(15, 6)	(15, 7)
Всего	246	31	91	201	335	429
Симметричные	38	7	21	21	35	35

Реконструкции, или приведение к симметрии

Под реконструкцией будем понимать отображение оригинала в его симметричный образ. Отображение должно задаваться минимальным числом элементарных преобразований исходного текста, к числу которых отнесем следующие: 1) перестановка стихов; 2) замена стиха новым, отсутствующим в оригинале; 3) добавление нового стиха, т. е. увеличение длины ожерелья на единицу.

Конечно, при осуществлении таких преобразований неизбежны некоторые синтаксические согласования (изменение пунктуации, появление дополнительных или, наоборот, исключение некоторых служебных слов, согласование окончаний и т. п.). Целью является не написать за автора новое стихотворение, «исправить» оригинал, а показать его близость к определенному симметричному образу. Учитывая, что подавляющее большинство стихотворных текстов по своей природе обнаруживает те или иные признаки симметрии, все эти реконструкции должны подчеркнуть скрытое присутствие этой симметрии в тексте. Выводы из этого можно делать самые разные. Например, можно предположить, что автор на интуитивном или сознательном уровне следовал некоторой заданной схеме, но до конца не выдер-

¹ Добавим, что не только ритмических, но и прочих.

жал ее, или же, наоборот, следовал определенной схеме, но просто допустил ошибку и по какой-то причине не заметил ее.

«Ошибки» поэтов

То, что ошибки или сознательные отклонения от оригинала (обычно при переводах) в поэтическом творчестве иногда встречаются, продемонстрируем двумя примерами.

Б. Пастернак. «За книгой» [Золотое перо, 1974. С. 506]

Анализ системы рифмовки стихотворения Рильке «Der Lesende» из «Книги образов» [Rilke, 1976] показывает, что в оригинале оно содержит пять скрытых строф с последовательностью длин 4 – 12 – 5 – 5 – 5, что в совокупности дает 31 стих. Первое 4-стишие aabb симметрично, как симметричны и 5-стишия (они всегда симметричны даже с холостыми стихами). Общую картину искажает 12-стишие, в котором цепочка мужских рифм 6 – 7 – 9 – 15 не дает возможности разорвать строфу на две более короткие строфы.

По всей видимости, Пастернак [Золотое перо, 1974. С. 506; Золотое сечение, 1988. С. 227] попытался разрешить эту ситуацию и пошел на реконструкцию оригинала, тем более, что у Рильке в этой строфе 11-й стих является холостым и не задействован в системе рифмовок. Почему 12-стишие Пастернак не разбил на два 6-стишия, остается неясным. Не считая первые четыре стиха, в его распоряжении после расщепления строфы был вариант 27 = 6 + 6 + 5 + 5 + 5, но он выбрал 26 = 5 + 5 + 5 + 6 + 5. В результате был потерян один стих, что следует рассматривать как досадную ошибку, на которую мало кто обращает внимание.

Отметим также, что в результате реконструкции Пастернак перевернул ситуацию с мужскими и женскими рифмами на противоположную: у Рильке мужских рифм 12, женских – 19, у Пастернака соответственно 19 и 11, что также следует рассматривать как волюнтаризм, осознанное действие по собственной воле.

Таблица 2

Р. Рильке и Б. Пастернак. «Der Lesende»: распределение стихов по строфам

Table 2

R. Rilke and B. Pasternak. “Der Lesende”: distribution of verses within stanzas

Строфа	Рильке	Строфа	Пастернак
4-стиш.	1 – 2 (муж), 3 – 4 (муж)	4-стиш.	1 – 2 (муж), 3 – 4 (муж)
12-стиш.	5 – 8 – 10 (жен) 6 – 7 – 9 – 15 (муж) 12 – 13 – 14 – 16 (жен)	5-стиш.	5 – 8 (жен), 6 – 7 – 9 (муж)
5-стиш.	17 – 21 (муж), 18 – 19 – 20 (жен)	5-стиш.	10 – 13 (жен), 11 – 12 – 14 (муж)
5-стиш.	22 – 24 – 26 (жен), 23 – 25 (муж)	5-стиш.	15 – 19 (жен), 16 – 17 – 18 (муж)
5-стиш.	27 – 28 – 30 (жен), 29 – 31 (жен)	6-стиш.	20 – 23 – 24 (муж)
			21 – 22 – 25 (жен)
		5-стиш.	26 – 27 – 29 (муж), 28 – 30 (жен)

Д. Мережковский. «Март» [Поэзия, 2019. С. 83]

На рис. 1 показаны два ожерелья стихотворения Мережковского «Март»: до и после реконструкции. Признак симметрии – рифма. В оригинале 1 – 3 – 5 – 7 – 9 – 10 – 12 – 13 – 15 – 17 (лед – течет – вод и т. д.) – бусины одного цвета, 2 – 4 – 6 – 8 – 11 – 14 – 16 (снег – бег – нег и т. д.) – бусины другого цвета. Ожерелье несимметрично. Возникает вопрос – а к этому ли результату стремился Мережковский? Ответ мы никогда не узнаем. Но поразительно то, что добавив всего один стих, сконструированный нами исходя из общего контекста (сам автор сделал бы это лучше), мы приходим к симметричному 18-ожерелью с бусинами $a = (1 – 3 – 5 – 7 – 9 – 10 – 12 – 14 – 16 – 18)$ и $b = (2 – 4 – 6 – 8 – 11 – 13 – 15 – 17)$ двух разных цветов. Может, это и есть тот результат, который хотел получить Мережковский?

Д. Мережковский. «Март»: оригинал

- 1 Больной, усталый лед,
- 2 Больной и талый снег...
- 3 И все течет, течет...
- 4 Как весел вешний бег
- 5 Могучих мутных вод!
- 6 И плачет дряхлый снег,
- 7 И умирает лед.
- 8 А воздух полон нег,
- 9 И колокол поет.
- 10 От стрел весны падет
- 11 Тюрьма свободных рек,
- 12 Угрюмых зим оплот, –
- 13 Больной и темный лед,
- 14 Усталый, талый снег...
- 15 И колокол поет,
- 16 Что жив мой Бог век,
- 17 Что Смерть сама умрет!

Д. Мережковский. «Март»: реконструкция

- 1 Больной, усталый лед,
- 2 Больной и талый снег...
- 3 И все течет, течет...
- 4 Как весел вешний бег
- 5 Могучих мутных вод!
- 6 И плачет дряхлый снег,
- 7 И умирает лед.
- 8 А воздух полон нег,
- 9 И колокол поет.
- 10 От стрел весны падет
- 11 Тюрьма свободных рек,
- 12 Угрюмых зим оплот, –
- 13 *Больной просевший снег,*
- 14 Больной и темный лед,
- 15 Усталый, талый снег...
- 16 И колокол поет,
- 17 Что жив мой Бог век,
- 18 Что Смерть сама умрет!

Рис. 1. Д. Мережковский. «Март»: а – оригинал; б – реконструкция

Fig. 1. D. Merezhkovsky. "March": a – original; b – reconstruction

Как отмечается в [Фейен, 1980. С. 153–158], «Повороты, отражения или трансляции в литературных произведениях не следует понимать буквально <...> В математике и некоторых видах искусств симметрия представляет собой нечто, по существу, завершенное, в то время как об узорах симметрии в словах сказать нечто подобное однозначно нельзя <...> В литературе мы можем локализовать лишь тягу к симметрии и кое-какие симметрические эффекты <...> Стихотворный метр и форма поэтической строфы призваны смягчить симметрию и избегать ее, что достигается непрерывными и разнообразными нарушениями ожидаемого пра-

вильного рисунка» (обманутое ожидание). Поэтому и то, что мы называем «ошибками», на самом деле точнее было бы рассматривать как сознательный уход от симметрии, хотя, конечно, есть и исключения. Сила, заложенная в структуре строфы, часто бывает настолько велика (в [Фейсен, 1980. С. 154] в этом смысле отмечается сестина [Северянин, 1988. С. 306]), что расстояние между симметрией и асимметрией в итоге оказывается весьма незначительным. Это мы и хотим показать на примере «Персидских мотивов» С. Есенина.

Симметрия и асимметрия пятистиший

Кратко остановимся на 5-стишиях, которыми написаны шесть представленных ниже стихотворений Есенина из цикла «Персидские мотивы». Об их симметрии и асимметрии уже много сказано [Федотов, 2002. С. 167]. В чисто философском плане добавим, что симметрия и асимметрия выступают как равноправные элементы любой системы. Поэтому нельзя говорить о первичности симметрии или асимметрии, только равновесие этих сущностей составляет гармоническое отношение. Это означает, что в отношениях между ними следует придерживаться «золотой середины», избегать крайностей. В более широком контексте об этом говорится в монографии [Гринбаум, 2002], посвященной гармонии строфического ритма на примере онегинской строфы. Поддерживая эту мысль, Федотов в разделе о 5-стишиях [Федотов, 2002. С. 170] отмечает, что «правильный альтернанс разнородных созвучий создает почти идеальную симметрию, преодолевая асимметрию нечетного количества стихов».

В пятистишиях *правильным* альтернансом является система рифмовки с двумя рифмами, согласно которой рифмуются два и три стиха $5 = 2 + 3$. Полная симметрия $\left(5 = \frac{5}{2} + \frac{5}{2}\right)$ здесь

недостижима, поэтому баланс между двумя сущностями должен достигаться стремлением к равенству между двумя отношениями – большего к целому и меньшего к большему. В данном случае это $\frac{3}{5} = 0.600$ и $\frac{2}{3} = 0.667$. При неправильном альтернансе $5 = 4 + 1$ (или других

вариантах с холостыми стихами) этот баланс ухудшается: $\frac{4}{5} = 0.8$ и $\frac{1}{4} = 0.25$. Два тривиаль-

ных случая – когда все стихи холостые и монорим – присущи любой системе, и мы их здесь не рассматриваем. С ростом длины ожерелья (при увеличении числа стихов в строфе) и стремлении к соблюдению баланса между симметрией и асимметрией приходим к знаменитой гармонической константе – золотому сечению $\varphi = \frac{(\sqrt{5}-1)}{2} = 0.618$ [Григорьев, Мар-

тыненко, 2017] как пределу $\frac{F_n}{F_{n+1}} \rightarrow \varphi, n \rightarrow \infty$.

Пятистишия пронизаны золотым сечением. Согласно теории ожерелий [Яковенко, 1998] существуют два класса симметричных (5, 2)-ожерелий с системами рифмовки *abaab* и *aabba* (*a* и *b* – бусины разных цветов). Эти классы замкнуты относительно циклических сдвигов их представителей и переименования цветов. Поэтому любым из этих преобразований любое 5-стишие с правильным альтернансом приводится к одному из двух представителей данных классов.

Обозначим принадлежность строфы к I классу через «+», ко II классу – через «-». Распределение 27 строф, использованных Есениным в шести стихотворениях рассматриваемого цикла, представлено в табл. 3.

Таблица 3

Симметрия и асимметрия пятистиший

Table 3

Symmetry and asymmetry of five-line stanzas

Строфа	I	II	III	IV	V	VI
1	–	+	–	+		+
2	–	+	+	+	*	+
3	–	–	+	+	*	+
4	–	+	+	+	*	+
5	–	+	+	+	+	+
6					*	–

Примечание: I – «Шаганэ ты моя, Шаганэ», II – «Голубая родина Фирдуси»; III – «Воздух прозрачный и синий», IV – «В Хоросане есть такие двери»; V – «Глупое сердце, не бейся»; VI – «Свет вечерний шафранного края», «*» – строфа с холостым стихом.

Note: I – “Shaganet, o my love, Shaganet”; II – “Firdousy blue homeland”; III – “Air glassy and dark blue”, IV – “In Horossan there are such doors”, V – “Silly heart, don’t beat!..”; VI – “Evening light of saffron land”, “*” is stanza with blank verse.

Всего в рассматриваемых стихотворениях Есенин использовал 27 строф-пятистиший, из них 8 – отрицательных и 19 – положительных. Интересно отметить, что полностью отрицательными строфами написано «Шаганэ ты моя, Шаганэ...», а положительными – «В Хоросане есть такие двери...». Это, как мы увидим далее, наиболее «симметричные» стихотворения. Отметим также, что подобные пятистишия, в которых непривычное удвоение строк совершается в середине строфы (на 2 – 3-м или 3 – 4-м стихах), Есенин использовал 8 раз для строф I класса (это родовое свойство данного класса) и 4 раза для строф II класса. В [Федотов, 2002. С. 174] отмечается зыбкость и неуравновешенность ритмического характера строф данного типа.

«Персидские мотивы» С. Есенина

Восемь стихотворений из «Персидских мотивов» Есенин написал, используя композиционный прием повторяемости строк. Особенно охотно (в шести случаях из восьми) он обращался к рефренным 5-стишиям [Федотов, 2002. С. 172]. Не все из этих шести стихотворений оказались симметричными (два из шести), но практически для всех из них удастся найти элементарные преобразования, которые приводят их к симметричным ожерельям. Далее приводятся реконструкции четырех из шести стихотворений, написанных 5-стишиями.

«Шаганэ ты моя, Шаганэ»

Это самое знаменитое стихотворение данного цикла. Его стиховедческая характеристика [Холшевников, 1984. С. 415] такова: «...венок строф, кольцо стихотворения». Магистрал составлен из пяти строк первой строфы, но, в отличие от венков сонетов, он одновременно является и лепестком. Лепестки со 2-го по 5-й подвязываются к магистралу его стихами со 2-й по 5-ю, а 1-й лепесток подвязывается к магистралу (к самому себе!) 1-м стихом [Портер, 2003. С. 173]. В нашей терминологии «Шаганэ...» – это симметричное относительно признака симметрии «повторение стихов» (25, m)-ожерелье с $m = (12, 13)$ (рис. 2, а). Повторяющиеся стихи – последовательность $a = (1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 10 - 11 - 15 - 16 - 20 - 21 - 25)$. Реконструкция для приведения «Шаганэ...» к симметрии не требуется. Более подробно с привлечением теории групп стихотворение проанализировано в [Владимирова, Григорьев, 2020].

«Шаганэ ты моя, Шаганэ»

- 1 *Шаганэ ты моя, Шаганэ!*
- 2 *Потому что я с севера, что ли,*
- 3 *Я готов рассказать тебе поле,*
- 4 *Про волнистую рожь при луне.*
- 5 *Шаганэ ты моя, Шаганэ.*

- 6 *Потому что я с севера, что ли,*
- 7 *Что луна там огромней в сто раз,*
- 8 *Как бы ни был красив Шираз,*
- 9 *Он не лучше рязанских раздолгий.*
- 10 *Потому что я с севера, что ли?*

- 11 *Я готов рассказать тебе поле,*
- 12 *Эти волосы взял я у ржи,*
- 13 *Если хочешь, на палец вяжи –*
- 14 *Я нисколько не чувствую боли.*
- 15 *Я готов рассказать тебе поле.*
- 16 *Про волнистую рожь при луне*
- 17 *По кудрям ты моим догадайся.*
- 18 *Дорогая, шути, улыбайся,*
- 19 *Не буди только память во мне*
- 20 *Про волнистую рожь при луне.*

- 21 *Шаганэ ты моя, Шаганэ!*
- 22 *Там, на севере, девушка тоже,*
- 23 *На тебя она страшно похожа,*
- 24 *Может, думает обо мне...*
- 25 *Шаганэ ты моя, Шаганэ!*

«Голубая родина Фирдуси»

- 1 *Голубая родина Фирдуси,*
- 2 *Ты не можешь, памятью простыв,*
- 3 *Позабыть о ласковом уресе*
- 4 *И глазах задумчиво простых.*
- 5 *Голубая родина Фирдуси.*

- 6 *Хороша ты, Персия, я знаю,*
- 7 *Розы, как светильники, горят*
- 8 *И опять мне о далеком крае*
- 9 *Свежестью упругой говорят.*
- 10 *Хороша ты, Персия, я знаю.*

- 11 *Я сегодня пью в последний раз*
- 12 *Ароматы, что хмельны, как брага.*
- 13 *И твой голос, дорогая Шага,*
- 14 *В этот трудный расставанья час*
- 15 *Слушаю в последний раз.*
- 16 *Но тебя я разве позабуду?*
- 17 *И в моей скитальческой судьбе*
- 18 *Близкому и дальнему мне люду*
- 19 *Буду говорить я о тебе,*
- 20 *И тебя навеки не забуду.*

- 21 *Я твоих несчастий не боюсь,*
- 22 *Но на всякий случай твой угрюмый*
- 23 *Оставляю песенку про Русь:*
- 24 *Запевая, обо мне подумай,*
- 25 *И тебе я в песне отзовусь...*

а

б

Рис. 2. С. Есенин: а – «Шаганэ ты моя, Шаганэ»; б – «Голубая родина Фирдуси»
 Fig. 2. S. Esenin: а – “Shaganet, o my love, Shaganet”; б – “Firdousy’s blue homeland”

«Голубая родина Фирдуси»

«Голубая родина Фирдуси...» представляет собой $(25, m)$ -симметричное ожерелье (рис. 2, б), $m = (8, 17)$, где восемь бусин – это последовательность повторяющихся стихов $a = (1 - 5 - 6 - 10 - 11 - 15 - 16 - 20)$. Стихотворение состоит из 5 строф, из которых четыре – кольцевые. В силу этого ожерелье имеет симметрию 1-го порядка. Оно представлено выше. Очевидно, что если бы Есенин «закольцевал» и последнюю строфу, то степень симметрии всего стихотворения возросла за счет включения в последовательность a вершин 21 и 25. Поскольку достижение всеобъемлющей симметрии в общем случае не является самостоятельной целью того или иного поэта (хотя есть и исключения из этого правила), а служит лишь одним из средств достижения выразительности, то и никаких претензий к поэту по поводу нереализованных симметричных возможностей быть не может.

«Воздух прозрачный и синий»

В исходном виде стихотворение несимметрично. Однако элементарными преобразованиями оно легко приводится к симметрии: 1) переставляем стихи 11 и 12; 2) переставляем стихи 16 и 17; 3) переставляем все стихи последней строфы, образуя последовательность 23 – 24 – 21 – 22 – 25. В результате этих преобразований все строфы становятся кольцевыми, а всё стихотворение становится симметричным $(25, a)$ -ожерельем с бусинами $a = (1 - 5 - 6 - 10 - 11 - 15 - 16 - 20 - 21 - 25)$, соответствующими кольцевым стихам. Ожерелье обладает симметрией 5-го порядка (рис. 3, а).

«Воздух прозрачный и синий»		«В Хороссане есть такие двери»	
1	<i>Воздух прозрачный и синий,</i>	1	<i>В Хороссане есть такие двери,</i>
2	<i>Выйду в цветочные чащи.</i>	2	<i>Где обсыпан розами порог.</i>
3	<i>Путник, в лазурь уходящий,</i>	3	<i>Там живет задумчивая пери.</i>
4	<i>Ты не дойдешь до пустыни.</i>	4	<i>Но открыть те двери я не мог.</i>
5	<i>Воздух прозрачный и синий.</i>	5	<i>В Хороссане есть такие двери.</i>
6	<i>Лугом пройдешь, как садом,</i>	6	<i>У меня в руках довольно силы,</i>
7	<i>Садом в цветенье диком,</i>	7	<i>В волосах есть золото и медь.</i>
8	<i>Ты не удержишься взглядом,</i>	8	<i>Голос пери нежный и красивый.</i>
9	<i>Чтоб не припасть к гвоздикам.</i>	10	<i>Но дверей не смог я отпереть.</i>
10	<i>Лугом пройдешь, как садом.</i>	9	<i>Хоть в руках моих довольно силы.</i>
12	<i>Нежность, как песни Саади.</i>	11	<i>Ни к чему в любви моей отвага.</i>
11	<i>Шепот ли, шорох иль шелест –</i>	12	<i>И зачем? Кому мне песни петь? –</i>
13	<i>Вмиг отразится во взгляде</i>	13	<i>Если стала неревнивой Шага,</i>
14	<i>Месяца желтая прелесть,</i>	14	<i>Коль дверей не смог я отпереть,</i>
15	<i>Нежность, как песни Саади.</i>	15	<i>Ни к чему в любви моей отвага.</i>
17	<i>Тихий, как флейта Гассана.</i>	16	<i>Мне пора обратно ехать в Русь.</i>
16	<i>Голос раздастся пери,</i>	17	<i>Персия! Тебя ли покидаю?</i>
18	<i>В крепких объятиях стана</i>	18	<i>Навсегда ль с тобою расстанюсь</i>
19	<i>Нет ни тревог, ни потери,</i>	19	<i>Двери те уже не отпираю.</i>
20	<i>Только лишь флейта Гассана.</i>	20	<i>Мне пора обратно ехать в Русь.</i>
23	<i>Ветер благоуханный</i>	21	<i>До свиданья, пери, до свиданья,</i>
24	<i>Пью я сухими устами</i>	23	<i>Пусть не смог я двери отпереть,</i>
21	<i>Вот он удел желанный</i>	24	<i>Ты дала красивое страданье,</i>
22	<i>Всех, кто в пути устали.</i>	22	<i>Про тебя на родине мне петь.</i>
25	<i>Ветер благоуханный</i>	25	<i>До свиданья, пери, до свиданья.</i>

Рис. 3. С. Есенин: а – «Воздух прозрачный и синий»; б – «В Хороссане есть такие двери»
 Fig. 3. S. Esenin: a – “Air glassy and dark blue”; b – “In Horossan there are such doors”

«В Хороссане есть такие двери»

Стихотворение – 25-ожерелье, составленное из пяти 5-стиший. Все строфы, кроме первых двух, кольцевые, однако в запасе у Есенина пять пар повторяющихся стихов. Это «В Хороссане есть такие двери...», «У меня в руках довольно силы...», «Ни к чему в любви моей отвага...», «Мне пора обратно ехать в Русь...» и «До свиданья, пери, до свиданья...». Поэтому первые две строфы было бы легко превратить в кольцевые. В дополнение к этому, Есенин использует сложный композиционный прием – накладывает на строфы синтаксический рефрен «Но открыть те двери я не мог...». Однако делает это не до конца последовательно – в 4-й строфе этот рефрен отсутствует. Поэтому ожерелье по признаку повторяемости стихов несимметрично.

Стратегия приведения к симметрии состоит из четырех шагов: 1) меняем местами строки 4 и 5; 2) меняем местами строки 9 и 10; 3) аннулируем стих 19 и на его месте размещаем рефрен «Двери те уже не отпираю» (ведь его в этой строфе вообще не было!); 4) в последней строфе осуществляем перестановку стихов, переходя к последовательности 21 – 23 – 24 – 22 – 25 (циклическая перестановка стихов 22, 23, 24). Теперь стих «Но открыть те двери я не мог...» как бы играет роль магистрала, подвывая все пять лепестков четвертыми строками каждой строфы.

В результате предложенной трансформации приходим к ожерелью с высокой степенью симметрии. С одной стороны, это (25, а)-ожерелье с последовательностью бусин $a = (1 - 5 - 6 - 10 - 11 - 15 - 16 - 20 - 21 - 25)$, с другой – (25, б)-ожерелье, где $b = (4 - 9 - 14 - 19 - 24)$. Наконец, рассматривая стихотворение как (25, т)-ожерелье с тремя цветами бусин, $t = (a, b, c)$, $c = (2 - 3 - 7 - 8 - 12 - 13 - 17 - 18 - 22 - 23)$, приходим к третьему признаку симметрии. «В Хороссане есть такие двери» является самым симметричным ожерельем всего цикла «Персидские мотивы». Соответствующее ему симметричное ожерелье представлено на рис. 3, б.

«Глупое сердце, не бойся!..»

Структура этого ожерелья – одно 4-стишие и пять 5-стиший. Оно несимметрично. Симметрию нарушает предпоследняя строфа, кажущаяся, на первый взгляд, вполне обычной. Именно она требует трансформации для приведения ожерелья к симметрии.

В данной строфе повторяется стих «Жизнь не совсем обманула...», в то время как в остальных строфах – стих «Глупое сердце, не бейся!..». Однако важно не столько это, сколько то, что эта кольцевая строфа не должна быть кольцевой! Формально приведение к симметрии осуществляется следующим образом – в этой строфе необходимо перестановкой строк перейти к последовательности стихов 22 – 23 – 20 – 24 – 21. Конечно, теперь две повторяющиеся строки стоят рядом, но такое в поэзии встречается (удвоение), хотя строфа и перестает быть кольцом. Таковы последствия включения в стихотворение 4-стишия, поскольку выясняется, что тотальной кольцеобразностью строф сохранить симметрию всего ожерелья не удастся. Все это, однако, чисто умозрительные построения. Главное для нас то, что оригинальный текст очень близок к симметричному. Симметричное ожерелье показано на рис. 4, а. Бусины $a = (1 - 4 - 9 - 14 - 19 - 22 - 23 - 29)$ выделены курсивом.

«Свет вечерний шафранного края»

Структура этого 30-ожерелья – шесть 5-стиший, пять из которых содержат повторяющиеся стихи, хотя в каждой строфе они и разные. Ожерелье несимметрично. Выделим в нем два подмножества по 6 бусин двух разных цветов – $a = (2 - 5 - 12 - 15 - 22 - 25)$ и $b = (6 - 10 - 16 - 20 - 26 - 30)$. Каждое из них охватывает по три строфы. Рассмотрим подмножество a . Мысленно представим, что стихи 22 и 25 в нем совпадают. Тогда $(30, a)$ -ожерелье симметрично. Теперь рассмотрим подмножество бусин b . Переставим местами стихи 16 и 17, т. е. от b перейдем к $\hat{b} = (6 - 10 - 16(17) - 20 - 26 - 30)$ (в скобках показан номер 17, ставший 16-м). Тогда $(30, \hat{b})$ -ожерелье симметрично. Для наглядности элементы a выделены темным курсивом, а элементы $\hat{b}$ – обычным курсивом. Подводим итог. Симметричное $(30, a)$ -ожерелье построить без участия Есенина не удастся, так как 5-я строфа – единственная в стихотворении, где поэт отклонился от задуманных кольцевых строф, зарифмовав стихи 22 и 25, но не сделав их повторяющимися. $(30, \hat{b})$ -ожерелье получаем из $(30, b)$ без каких-либо синтаксических усилий и смысловых утрат простым элементарным преобразованием – перестановкой строк. Думается, что против этого не возражал бы и сам Есенин. Окончательный результат показан на рис. 4, б.

Рис. 4. С. Есенин: а – «Глупое сердце, не бейся!..»; б – «Свет вечерний шафранного края»
Fig. 4. S. Esenin: а – “Silly heart, don’t beat!..”; б – “Evening light of saffron land”

«Глупое сердце, не бейся!..»		«Свет вечерний шафранного края»	
1	Глупое сердце, не бейся!	1	Свет вечерний шафранного края,
2	Все мы обмануты счастьем,	2	<i>Тихо розы бегут по полям.</i>
3	Нищий лишь просит участия...	3	Спой мне песню, моя дорогая,
4	Глупое сердце, не бейся.	4	Ту, которую пел Хаям.
		5	<i>Тихо розы бегут по полям.</i>
5	Месяца желтые чары		
6	Льют по каштанам в пролесь.	6	<i>Лунным светом Шираз осиянен,</i>
7	Лале склоняясь на шальвары,	7	Кружит звезд мотыльковый рой.
8	Я под чадрую укроюсь.	8	Мне не нравится, что персияне
9	<i>Глупое сердце, не бейся.</i>	9	Держат женщин и дев под чадрой.
		10	<i>Лунным светом Шираз осиянен.</i>
10	Все мы порою, как дети.		
11	Часто смеемся и плачем:	11	Иль они от тепла застыли,
12	Выпали нам на свете	12	<i>Закрывая телесную медь?</i>
13	Радости и неудачи.	13	Или, чтобы их больше любили,
14	<i>Глупое сердце, не бейся.</i>	14	Не желают лицом загореть,
		15	<i>Закрывая телесную медь?</i>
15	Многие видел я страны.		
16	Счастья искал повсюду,	17	<i>Заучи эту заповедь вкратце,</i>
17	Только удел желанный	16	Дорогая, с чадрой не дружись,
18	Больше искать не буду.	18	Ведь и так коротка наша жизнь,
19	<i>Глупое сердце, не бейся.</i>	19	Мало счастьем дано любоваться.
		20	<i>Заучи эту заповедь вкратце.</i>
22	Сердце, ты хоть бы заснуло		
23	Здесь, на коленях у милой.	21	Даже все некрасивое в роке
20	<i>Жизнь не совсем обманула.</i>	22	<i>Осеняет своя благодать.</i>
24	<i>Жизнь не совсем обманула.</i>	23	Потому и прекрасные щеки
21	Новой напьемся силой.	24	Перед миром грешно закрывать,
		25	<i>Коль дала их природа-мать.</i>
25	Может, и нас отметит		
26	Рок, что течет лавиной,	26	<i>Тихо розы бегут по полям.</i>
27	И на любовь ответит	27	Сердцу снится страна другая.
28	Песнею соловьиной.	28	Я спою тебе сам, дорогая,
29	<i>Глупое сердце, не бейся.</i>	29	То, что сроду не пел Хаям...
		30	<i>Тихо розы бегут по полям.</i>

Заключение

Рассмотренный в статье принцип симметрии, реализуемый явно или неявно в «Персидских мотивах» Есенина, на самом деле присутствует в творчестве любого поэта. Это обусловлено самой природой поэзии как таковой. Поэтому неслучайно, что практически все классические твердые формы стихов симметричны и что изобретаемые вновь формы опять же оказываются вполне симметричными. В определенном смысле симметрия – необходимый атрибут психоделических искусств (музыки, живописи, архитектуры и литературы), поскольку она расширяет границы восприятия создаваемого художником произведения. Повторы – один из признаков симметрии, в том числе зеркальной, а образ зеркал давно вызывает интерес у философов (начиная с Платона), поскольку порождает множественные смысловые ассоциации. Так, тема зеркал поднимается Рильке во II и III сонетах части 2 «Сонетов к Ор-

фею», хотя, как отмечает Ахтырская [Рильке, 2002. С. 177], «еще задолго до возникновения “Сонетов...” в стихотворении “Дама перед зеркалом” из 2-й части сборника “Новые стихотворения” и в романе “Записки Мальте Лауридса Бриге” зеркала выступают у Рильке как носители тайны, сохраняющие мимолетные выражения человеческого бытия».

На этом можно и закончить, еще раз напомнив, что представленные реконструкции носят экспериментальный характер и дают чисто «декоративное» представление о симметрии в стихах, не претендуя на роль эталона в деле «исправления» неправильно написанных стихов. Будем помнить, что только поэт всегда прав.

Список литературы

- Вейль Г. Симметрия. М.: Изд-во ЛКИ, 2007. 192 с.
- Владимирова О. В., Григорьев Ю. Д. Симметрия стихотворения С. Есенина «Шаганэ ты моя, Шаганэ» // Научный вестник НГТУ. 2020. № 1 (79). С. 41–54.
- Гаспаров М. Л. Русский стих начала XX века в комментариях. М.: Фортуна Лимитед, 2001. 288 с.
- Григорьев Ю. Д., Мартыненко Г. Я. Последовательности типа Фибоначчи. Теория и прикладные аспекты. СПб.: Лань, 2017. 516 с.
- Гринбаум О. Н. Гармония строфического ритма в эстетико-формальном измерении (на материале «Онегинской строфы» и русского сонета). СПб.: Изд-во Санкт-Петерб. ун-та, 2002. 160 с.
- Корона В. В. Поэзия Анны Ахматовой. Поэтика автовариаций. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 1999. 263 с.
- Мартыненко Г. Я. Категория симметрии в словесности. // Verba magistro: Сб. науч. ст. памяти проф. А. С. Герда. СПб.: Нестор-История, 2016. С. 396–413.
- Портер Л. Г. Симметрия – владычица стихов: Очерк начал общей теории поэтических структур. М.: Языки славянской культуры, 2003. 256 с.
- Федотов О. И. Основы русского стихосложения. Теория и история русского стиха: В 2 кн. М.: Флинта: Наука, 2002. Кн. 2: Строфика. 488 с.
- Фейен Дж. Неоднозначности в поисках симметрии: Борхес и другие // Узоры симметрии: Сб. науч. ст. / Под ред. Н. В. Белова, Н. Н. Шефталы. М.: Мир, 1980. С. 151–176.
- Харари Ф. Теория графов. М.: Мир, 1973. 302 с.
- Холшевников В. Е. Мысль, вооруженная рифмами. Поэтическая антология по истории русского стиха. Л.: ЛГУ, 1984. 448 с.
- Яковенко Д. И. Задача об ожерельях // Вестник Омского университета. 1998. Вып. 2. С. 21–24.

Список источников

- Есенин С. Синь, упавшая в реку. Поэзия. Проза. М.: Правда, 1985. 736 с.
- Золотое перо. Немецкая, австрийская и швейцарская поэзия в русских переводах. 1812–1970 гг. (на русском и немецком языках). М.: Прогресс, 1974. 736 с.
- Золотое сечение. Австрийская поэзия XIX в.: сборник / Сост. В. В. Вебер, Д. С. Давлианидзе. На нем. яз. с параллельным русским текстом. М.: Радуга, 1988. 814 с.
- Поэзия Серебряного века: сборник. СПб.; М.: Речь, 2019. 448 с. (Малая классика речи)
- Рильке Р. М. Сонеты к Орфею / Пер. с нем. А. Пурина. СПб.: Азбука-классика, 2002. 192 с.
- Северянин И. Стихотворения. М.: Сов. Россия, 1988. 464 с.
- Rilke, R. M. Das Buch der Bilder. Insel Taschenbuch 26 / Text nach der Ausgabe: “Samtliche Werke”. Band I. Insel Verlag, Wiesbaden, 1955, Ulm, 1976.

References

- Weyl, H.** Symmetry. Princeton University Press, 1952.
- Vladimirova, O. V., Grigoriev, Yu. D.** Symmetry of 8. Esenin's Poem "Shaganet, o my love, Shaganet!". *Science Bulletin of the NSTU*. Novosibirsk, 2020, no. 1 (79), p. 41–54. (in Russ.)
- Gasparov, M. L.** Russian Verse from the Beginning of the XXth Century in Comments. Moscow, Fortuna Limited, 2001, 288 p. (in Russ.)
- Grigoriev, Yu. D., Martynenko, G. Ya.** Sequences of the Fibonacci Type. Theory and Applied Aspects. St. Petersburg, Lan, 2017, 516 p. (in Russ.)
- Grinbaum, O. N.** Harmony of a Strophe Rhythm in Aesthetic-Formal Measurement (on a Material of a "Oneginian Stanza" and Russian Sonnet). St. Petersburg State University, 2002, 160 p. (in Russ.)
- Korona, V. V.** Anna Ahmatova's poetry. Poetics of autovariations. Ekaterinburg, Ural State University, 1999, 263 p. (in Russ.)
- Martynenko, G. Ya.** Symmetry category in literature. Verba magistro, Collection of Scientific Articles of the prof. A. C. St. Petersburg. Nestor-History, 2016, p. 396–413. (in Russ.)
- Porter, L. G.** Symmetry is a Sovereign of Verses: Essay of Principles of the Poetic Structures General Theory. Reviewer by M. L. Gasparov. Moscow, Languages of Slavic Culture, 2003, 256 p. (in Russ.)
- Fedotov, O. I.** Russian Bases of Prosody. Theory and History of Russian Verse. In 2 vols. Moscow, Flinta, Science, 2002, vol. 2: Stanzaic Prosody, 488 p. (in Russ.)
- Feyen, J.** Ambiguities in Search of Symmetry: Borges and others. In: Pattern of Symmetry. Eds. M. Senechal, G. Fleck, University of Massachusetts Press, Amherst, 1977.
- Harary, F.** Graph Theory. London, Don Mills, Ontario, Addison-Wesley Publishing Company, 1969.
- Holshevnikov, V. E.** Thought Equipped with Rhymes. Poetic Anthology on Stories of Russian Verse. Leningrad State University, 1984, 448 p. (in Russ.)
- Yakovenko, D. I.** The Necklaces Problem. *Bulletin of Omsk University*, 1998, no. 2, p. 21–24.

Texts and Sources

- Esenin, S.** The Blue Falled in the River. Poetry. Prose. Moscow, Pravda, 1985. 736 p. (in Russ.)
- Die goldene Feder. Deutsche, österreichische und schweizerische Lyrik in russischen Nachdichtungen. 1812–1970. (auf den russischen und deutschen Sprachen). Hrsg. G. I. Rathaus. Moskau, Verlag Progress, 1974, 736 S. (in Russ. and Germ.)
- Der Goldene Schnitt. Lyrik aus Österreich in russischen Nachdichtungen XIX–XX Jahrhundert. Gedichtband. Hrsg. V. V. Veber, D. S. Davkianidse. Moskau, Raduga-Verlag, 1988. Deutsch mit dem parallelen russischen Text. 814 p.
- Silver Age Poetry: Collection. Eds. O. Pirogova, I. Sukhikh. St. Petersburg, Moscow Speech, 2019, 448 p. (The Small Classics of Speech). (in Russ.)
- Rilke, R. M.** Die Sonette an Orpheus. Übersetzung von A. Purin. St Petersburg, Alphabet-classic, 2002, 192 p. (in Russ.)
- Severyanin, I.** Poems. Ed. by V. A. Koshelev. Moscow, Soviet Russia, 1988, 464 p. (in Russ.)
- Rilke, R. M.** Das Buch der Bilder. Insel Taschenbuch 26, Text nach der Ausgabe: "Samtliche Werke". Band I. Insel Verlag, Wiesbaden, 1955. Ulm, 1976.

Материал поступил в редколлегию
Date of submission
30.06.2020

Сведения об авторах / Information about the Authors

Владимирова Ольга Владимировна, магистрант факультета прикладной математики и информатики Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета («ЛЭТИ») (Санкт-Петербург, Россия)

Olga V. Vladimirova, student of a master's degree, Department of Computer Science, St. Petersburg State Electrotechnical University ("LETI") (St. Petersburg, Russian Federation)

vladimirova97@mail.ru

Григорьев Юрий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета («ЛЭТИ») (Санкт-Петербург, Россия)

Yuri D. Grigoriev, Doctor of Science, Professor of Applied Mathematics, Department of Computer Science, St. Petersburg State Electrotechnical University ("LETI") (St. Petersburg, Russian Federation)

yuri_grigoriev@mail.ru