

УДК 519.233.22
DOI: 10.17223/19988605/49/6

Ю.Д. Григорьев

ОЦЕНКА БЛИЗОСТИ ДВУХ ГРАФОВЫХ СТРУКТУР НА ПРИМЕРЕ СРАВНЕНИЯ ПОЭТИЧЕСКИХ ПЕРЕВОДОВ

Рассматривается интерпретация на языке теории графов метода Портера оценки качества поэтического перевода. Предлагаются новые модификации критериев оценки качества перевода. Предлагаемый в статье количественный подход к оценке качества перевода не затрагивает его содержательную и эстетическую стороны, так как это входит в задачу статьи. Предлагаются в общей сложности пять частных критериев качества, из которых первые три затрагивают структурные свойства оригинала и перевода, а остальные два – их симметрию. В основе развиваемого подхода лежит анализ ритмических полей оригинала и перевода. Каждому стихотворному тексту сопоставляется девять характеристик, которым сопоставляются соответствующие графовые структуры. В качестве этих характеристик выступают слоговый и тоновый объемы строк, метр, ритм, рифма и т.д. Лексика (состав знаменательных слов, точность и вольность перевода, качество рифм и пр.) и специальная адаптация подхода к различным ритмическим вариантам метра в качестве характеристик стиха не рассматриваются. Отмечается возможность дальнейшего развития данного подхода по мере привлечения к рассмотрению новых поэтических структур и математических методов.

Ключевые слова: критерий близости; лингвистический граф; ритмическое поле; структура; симметрия.

Хорошо известно, что попытки исследования стиховедческих проблем математическими методами предпринимаются давно [1; 2. С. 384–396; 3–6 и др.]. Это относится и к оцениванию качества поэтического перевода с количественной точки зрения [7–10]. Нас будет интересовать подход Портера [10].

Цель данной статьи – изложить способ количественной оценки качества поэтического перевода в терминах теории графов. С чисто формальной точки зрения такая оценка должна автоматически снимать дискуссионный вопрос о том, какой перевод лучше. Другое дело, какие из этого делать выводы. Самый простой – гордо проигнорировать аргументы математиков. Если же отнестись к этому серьезно, то из подобных сравнений переводчик может более явно увидеть слабые места своего перевода и там, где это возможно, внести коррективы. Вот, собственно, и все, что преследует данная статья. При наличии соответствующего программного обеспечения предлагаемый в статье подход реализуется без особых проблем.

Задача сравнения структур двух графов (в нашем случае – двух переводов, которым сопоставляются наборы соответствующих графов) в полном объеме зависит от ее конкретной постановки и пока не имеет исчерпывающего решения, хотя глубокие подходы к ее решению имеются [11]. Так, в области анализа химических структур разработано много количественных показателей (топологических и молекулярных дескрипторов), используемых для описания структурных свойств графов и сравнения по ним структур химических веществ [12]. Однако представленные в них подходы к анализу близости графов в нашем случае, скорее всего, не подойдут, так как они применимы только к связным графам. Лингвистические же графы, как мы увидим, в своем большинстве являются несвязными.

1. Постановка задачи

Отправной точкой для постановки задачи, рассматриваемой в данной работе, является статья Портера [10], в которой заложены основные идеи рассматриваемого подхода.

1.1. Измерение качества перевода

Будем рассматривать задачу измерения сходства оригинала и перевода в пространстве лингвистических маркеров на языке теории графов. Исходному стихотворному тексту (оригиналу) сопоставляется совокупность конечных (p, q) -графов $G = (G_1, \dots, G_m)$, а его переводу – отображение $\varphi: G \rightarrow G' = (G'_1, \dots, G'_m)$. Затем определяется набор частных функционалов $K_i: G_i \times G'_i \rightarrow [0, 1]$, $i = 1, \dots, r$, позволяющих сравнивать G и G' . Свертка критериев $Q = g(K_1, \dots, K_r)$ дает комплексный критерий, характеризующий данный перевод. Сравнивая два перевода G' и G'' , заключаем, что перевод G' лучше перевода G'' , если $Q' > Q''$.

1.2. «Пантера» Р. Рильке

Для иллюстрации подхода и большей наглядности постановки задачи рассмотрим два конкретных перевода знаменитой «Пантеры» Рильке [13], принадлежащих В. Эльснеру [14. С. 107] и выдающемуся германисту и переводчику А. Карельскому [14. С. 65]:

От частого мельканья прутьев взор
Ее так вял, что он не в силах боле
Хранить что-либо. Мнится, нет и воли,
А только прутья; ими полн простор.

Беззвучный гибкий шаг по клетке опостылой
От темного до светлого угла
Подобен пляске некой мощной силы
По кругу тесному, где воля замерла.

Лишь прыгнет изредка завеса над зрачком,
И образ через тишь сторожкую суставов
Проходит медленно и величаво,
Чтоб в сердце у нее застыть потом.

Перевод В. Эльснера

Глазам усталым – где передохнуть им?
Как удержать хоть малой вещи след?
Исполосован взгляд миллионом прутьев,
и за миллионом прутьев мира нет.

Упругий шаг бесшумных лап звериных,
что здесь в пространстве крохотном кружит, –
как вечный танец силы вокруг середины,
где воля укрощенная лежит.

Лишь иногда расширится мгновенно зрачок
и отраженье вглубь войдет,
пройдет по напряженно ждущим членам
и в сердца глубине умрет.

Перевод А. Карельского

Необходимые исходные данные – ритмические поля оригинала, переводов и характеристики соответствующих им лингвистических графов – *строфоидов*, представлены в табл. 1–3. В левых частях этих таблиц представлены ритмические поля оригинала и переводов, а в правых частях – характеристики структур всех слоев архитектоники стихотворения, полученные на их основе. Они представлены девятью столбцами, пояснения к которым даются в следующем разделе.

Таблица 1

Ритмическая схема «Пантеры» Р. Рильке

	Ритмическая схема						Строфоиды								
	I	II	III	IV	V	VI	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6	G_7	G_8	G_9
1	⊂*	⊂⊂	⊂*	⊂⊂	⊂*	⊂	11	н	ж	я	м1	p1	3	a	0,55
2	⊂*	⊂*	⊂⊂	⊂*	⊂*		10	ч	м	я	м2	p2	4	b	0,80
3	⊂*	⊂*	⊂*	⊂*	⊂*	⊂	11	н	ж	я	я	p3	5	a	0,91
4	⊂*	⊂*	⊂*	⊂*	⊂*		10	ч	м	я	я	p4	5	b	1,00
5	⊂*	⊂*	⊂*	⊂*	⊂*	⊂	11	н	ж	я	я	p3	5	c	0,91
6	⊂*	⊂*	⊂*	⊂*	⊂*		10	ч	м	я	я	p4	5	d	1,00
7	⊂⊂	⊂*	⊂*	⊂*	⊂*	⊂	11	н	ж	я	м3	p5	4	c	0,73
8	⊂*	⊂*	⊂*	⊂*	⊂*		10	ч	м	я	я	p4	5	d	1,00
9	⊂*	⊂*	⊂*	⊂⊂	⊂*	⊂	11	н	ж	я	м4	p6	4	e	0,73
10	⊂*	⊂*	⊂*	⊂*	⊂*		10	ч	м	я	я	p4	5	f	1,00
11	⊂*	⊂*	⊂⊂	⊂*	⊂*	⊂	11	н	ж	я	м2	p7	4	e	0,73
12	⊂*	⊂*	⊂*	⊂*			8	ч	м	я	я	p8	4	f	1,00

Примечание. ⊂* – ямб, ⊂⊂ – пиррихий.

Таблица 2

Ритмическая схема «Пантеры» Рильке в переводе В. Эльснера

	Ритмическая схема							Строфоиды								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	G' ₁	G' ₂	G' ₃	G' ₄	G' ₅	G' ₆	G' ₇	G' ₈	G' ₉
1	У*	УУ	У*	У*	У*			10	ч	м	я	м5	р9	4	а	0,80
2	УУ	У*	У*	У*	У*	У		11	н	ж	я	м3	р5	4	б	0,73
3	У*	У*	У*	У*	У*	У		11	н	ж	я	я	р3	5	б	0,91
4	У*	У*	У*	У*	У*			10	ч	м	я	я	р4	5	а	1,00
5	У*	У*	У*	У*	УУ	У*	У	13	н	ж	я	м6	р10	5	с	0,77
6	У*	УУ	У*	УУ	У*			10	ч	м	я	м1	р11	3	д	0,60
7	У*	У*	У*	У*	У*	У		11	н	ж	я	я	р3	5	с	0,91
8	У*	У*	УУ	У*	УУ	У*		12	ч	м	я	м7	р12	4	д	0,67
9	У*	У*	УУ	У*	УУ	У*		12	ч	м	я	м7	р12	4	е	0,67
10	У*	У*	У*	У*	УУ	У*	У	13	н	ж	я	м6	р10	5	ф	0,77
11	У*	У*	УУ	УУ	У*	У		11	н	ж	я	м8	р13	3	ф	0,55
12	У*	УУ	У*	У*	У*			10	ч	м	я	м5	р9	4	е	0,80

Примечание. У* – ямб, УУ – пиррихий.

Таблица 3

Ритмическая схема «Пантеры» Рильке в переводе А. Карельского

	Ритмическая схема							Строфоиды								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	G' ₁	G' ₂	G' ₃	G' ₄	G' ₅	G' ₆	G' ₇	G' ₈	G' ₉
1	У*	У*	У*	УУ	У*	У		11	н	ж	я	м4	р6	4	а	0,73
2	УУ	У*	У*	У*	У*			10	ч	м	я	м3	р9	4	б	0,80
3	УУ	У*	У*	У*	У*	У		11	н	ж	я	м3	р5	4	а	0,73
4	УУ	У*	У*	У*	У*			10	ч	м	я	м3	р9	4	б	0,80
5	У*	У*	У*	У*	У*	У		11	н	ж	я	я	р3	5	с	0,91
6	У*	У*	У*	УУ	У*			10	ч	м	я	м4	р10	4	д	0,80
7	У*	У*	У*	УУ	У*	У		11	н	ж	я	м4	р6	4	с	0,73
8	У*	УУ	У*	УУ	У*			10	ч	м	я	м4	р11	3	д	0,60
9	УУ	У*	У*	УУ	У*	УУ	*	13	н	ж	я	м5	р12	4	е	0,54
10	УУ	У*	У*	У*				8	ч	м	я	м6	р13	3	ф	0,75
11	У*	УУ	У*	У*	У*	У		11	н	ж	я	м7	р14	4	е	0,73
12	У*	УУ	У*	У*				8	ч	м	я	м6	р15	3	ф	0,75

Примечание. У* – ямб, УУ – пиррихий.

Из табл. 1 следует, что «Пантера» написана 5-стопным ямбом, но ритм ее строк варьирует, так как в них наряду с сильными стопами встречаются ипостаси. В первых стопах предпоследней строки оригинала и последней строки перевода Эльснера отмечены спондеи. Исходя из субъективных соображений автор заменил их пиррихиями. Это свидетельство того, что в определенной степени ритмические поля могут определяться субъективно. В целом же надо сказать, что при их воспроизведении необходимо учитывать законы просодии того языка, на котором написано стихотворение, а также сделанные поэтом акценты.

2. Близость оригинала и перевода как графов

Критерии качества перевода можно рассматривать в разных контекстах. Мы рассмотрим только критерии, построенные на основе сравнения *структур* оригинала и перевода, а также анализа их *симметрии*. Другие критерии, скажем, учитывающие художественную выразительность стихов на словесном уровне (лексика, способы рифмовки), в статье не рассматриваются, хотя их отсутствие обедняет анализ. Эти критерии более индивидуальны, так как отражают плод одаренности и образного мышления поэта и, в отличие затрагиваемых далее поэтических структур, с большим трудом поддаются формализации.

2.1. Графы и строфоиды

Строфоиды – это лингвистические структуры, представленные в виде графов и фиксирующие различные характеристики стихотворения [7]. Это дает возможность подойти к задаче сравнения переводов с формальной точки зрения как к задаче оценивания сходства двух графовых структур. Выработка критериев сравнения решается на эвристическом уровне и поэтому допускает альтернативные способы решения, отличные от рассмотренных в статье.

Графы. Любому стихотворению (оригиналу), подлежащему переводу, согласно [10] сопоставляется совокупность *графов (слоев, строфоидов)* $\{G_1, \dots, G_m\}$, в которых содержится формализованная информация о нем. Каждой строке соответствует вершина графа. Вершины помечаются метками (атрибутами), отражающими лингвистические свойства строк стихотворения. Такие графы называются *помеченными*. Разметка вершин графов оригинала атрибутами на примере «Пантеры» Рильке показана в правых частях табл. 1–3.

Вершины V_i , имеющие одинаковые метки, соединяются ребрами. Обозначим $G = \langle V, E \rangle$ – (p, q) -граф, где V – множество вершин, $p = |V|$, E – множество ребер, $q = |E|$. Переводу соответствует неизоморфное отображение $\varphi: G \rightarrow G'$, согласно которому образ G' должен сохранять некоторые структурные свойства прообраза G . Строфоиды G и G' являются сравнительно простыми графами и характеризуются следующими свойствами (характеристики графа G' помечаем штрихами):

- графы G и G' являются *неориентируемыми*;
- $p' = p$;
- множество V вершин каждого графа состоит из вершин $v \in V$ только трех типов – *изолированных* ($\deg v = 0$), *концевых* ($\deg v = 1$) и *инцидентных двум ребрам* ($\deg v = 2$), $\deg v$ – *степень* вершины v ;
- графы G и G' являются, как правило, несвязными (*связности* $\kappa(G) = \kappa(G') = 0$ [12. С. 60] и содержат *компоненты связности* только трех типов – изолированные вершины, простые цепи и циклы. Цепи и циклы с n вершинами обозначаем P_n и C_n соответственно. В рассматриваемых графах встречаются только цепи P_2 , т.е. маршруты длиной 1. Циклы C_n могут быть любыми с $n \leq p$;
- графы G и G' являются *планарными* [12. С. 127];
- графы G и G' являются *объединением* своих компонент связности, рассматриваемых как их *блоки* [12. С. 41].

Представление лингвистического графа можно вполне экономично реализовать двумя строками $g = (g_1, \dots, g_p)$ и $h = (h_1, \dots, h_p)$, где элементы строк g_i и h_i – это метки вершин, связанных ребром. Так как в неориентируемых графах нет петель, то равенство $g_i = h_i$ означает, что соответствующие вершины ребром не связаны. Объединив строки g и h в один объект, получим *подстановку* p -й степени $C = \begin{pmatrix} g_1, \dots, g_p \\ h_1, \dots, h_p \end{pmatrix}$. Ее свойства (четность, количество независимых циклов, в которые она разлагается) можно рассматривать как характеристические свойства строфоиды.

Пусть C – подстановка p -й степени, s – число независимых циклов, в которые она разлагается, n – число действительно перемещаемых символов, $n \leq p$. Величина $\Delta = n - s$ называется *декрементом* подстановки C [16. С. 36]. Декремент характеризует свойства компонент связности графа и будет использован нами при обосновании критерия связности $K_1^{(3)}$.

Отображение $\varphi: G \rightarrow G'$ называется *изоморфным*, если оно *биективно* и сохраняет отношение смежности. Отображение оригинала в перевод в подавляющем большинстве случаев является неизоморфным, хотя и биективным. В силу этого рассматриваемые далее графы G и G' оказываются су-

существенно различными. Опираясь на это обстоятельство, мы и попытаемся оценить сходство их структур с помощью различных критериев.

Строфоиды. Как оригинал G , так и его образ G' , т.е. перевод, характеризуются множествами графов $\{G_1, \dots, G_m\}$ и $\{G'_1, \dots, G'_m\}$, моделирующими их структуру. Следуя [10], будем называть их строфоидами вместе с присвоенными им *атрибутивными* именами (слоγοид, четноид и т.д. [Там же]). Приведем их описания, дополняя их по мере необходимости формальными характеристиками.

Слогоид G_1 описывает слоговый объем строк (количество слогов в строке). Метки его вершин означают количество слогов в соответствующей строке. *Четноид* G_2 определяет четность или нечетность числа слогов в строках. Очевидно, $G_2 = C_r \cup C_s$, где $r + s = p$, т.е. четноид всегда представляет 2-связный граф. *Клаузоид* G_3 содержит информацию о типах рифм. Основными типами рифм являются мужские (м), женские (ж) и дактилические (д). Встречаются и другие типы рифм.

Инерциоид G_4 определяет инерцию господствующего метра данной строки. По этому поводу Портер пишет [7. С. 46]: «Господство того или иного 2- или 3-сложного классического метра можно определить, наложив на строку 2- или 3-сложную решетку. В просветах между прутьями будут появляться наборы ударных и неударных слогов. Тот метр, который появляется в строке чаще других, и есть господствующий метр. В таких случаях мы говорим, что стих подчинен инерции метра». В рассматриваемых в статье примерах инерция всех строк оригинала и переводов – ямб (я). Поэтому инерциоид – регулярный степени 2 граф $G_4 = C_p$. *Метроид* G_5 определяет реальный метр каждой строки в зависимости от месторасположения в ней ипостасей (пиррихий, спондеев и т.п.). Смысл меток следует из контекста (п – пиррихий, цифры – номер безударной стопы). *Ритмоид* G_6 описывает акцентную схему ритма. Содержательный смысл меток понятен из приводимых таблиц. *Акцентоид* G_7 определяет тоновый объем строк (количество акцентов в строке). *Рифмоид* G_8 определяет способ рифмовки строк. Она может быть перекрестной (абаб), смежной (аабб), кольцевой (абба) или какой-либо иной. Вариантов здесь может быть очень много. *Силоид* G_9 определяется строфоидом G_1 и G_7 , а именно: метки его вершин соответствуют значениям силы инерции строки, которая определяется как отношение числа всех слогов в ударных стопах к общему числу слогов в строке.

Очевидно, что девять перечисленных строфоидов не отражают всей многослойной структуры стихотворения, хотя и затрагивают ее существенную часть. Это же относится и к построенным на основе графов G и G' частных и обобщенных критериев их сходства. Итоговые вычисления, связанные с полным сравнением переводов Эльснера и Карельского, вынесены в раздел 3.

2.2. Структурность

Предлагаемые частные критерии структуры $K_1^{(i)}$, $i = 1, 2, 3$, учитывают различия в структуре графов G и G' , заложенные в соответствующих им подстановках C и C' . На их основе формируется обобщенный критерий структуры

$$K_{\text{СТРУК}} = (1/3) \sum_{i=1}^3 K_1^{(i)}. \quad (1)$$

Близость вершин и маршрутов. Коэффициентом *близости вершин* графов G и G' назовем величину

$$w = \frac{p - H(V, V')}{p}, \quad (2)$$

где $H(V, V')$ – расстояние Хэмминга между векторами $v = (v_1, \dots, v_p)$ и $v' = (v'_1, \dots, v'_p)$, равное числу вершин, в которых координаты этих векторов различны.

Коэффициентом близости маршрутов в G и G' назовем величину

$$u = \frac{q_0}{q + q' - q_0}, \quad (3)$$

где q_0 – длина маршрутов (количество ребер), общих для G и G' . Поскольку $q_0 \leq \min\{q, q'\}$, то $u \leq 1$, и равенство $u = 1$ достигается только тогда, когда $q = q' = q_0$, т.е. в случае $G \sim G'$.

Критерием близости вершин и маршрутов оригинала $G = (G_1, \dots, G_m)$ и перевода $G' = (G'_1, \dots, G'_m)$, характеризуемых векторами $w = (w_1, \dots, w_m)$ и $u = (u_1, \dots, u_m)$, назовем величину

$$K_1^{(1)} := \langle w, u \rangle = m^{-1} \sum_{j=1}^m K_{1j}^{(1)}, \quad K_{1j}^{(1)} := w_j u_j, \quad (4)$$

где $\langle \cdot, \cdot \rangle$ – скалярное произведение в метрике $g_{ij} = m^{-1} \delta_{ij}$.

Поскольку $w_i, u_i \in [0, 1]$, то чем больше значение $K_1^{(1)}$, тем выше в структурном отношении качество перевода. Очевидно, $K_1^{(1)} \in [0, 1]$. Следовательно, различные переводы можно упорядочить по $K_1^{(1)}$ в порядке возрастания их качества.

Степени вершин. Другой возможный критерий сходства структур G и G' строится следующим образом. Пусть $v(\xi) = \sigma/\mu$ – коэффициент вариации случайной величины ξ , принимающей два положительных значения a и b с равными вероятностями, $\sigma^2 = D\xi$, $\mu = E\xi$ – дисперсия и среднее ξ соответственно. Тогда

$$\mu = \frac{a+b}{2}, \quad \sigma^2 = \frac{(a-b)^2}{4}, \quad v(\xi) = \frac{|a-b|}{a+b}.$$

Будем сравнивать G_j и G'_j по степеням их вершин, представленных диагоналями $d_j = \text{diag } A_j^2$ и $d'_j = \text{diag } A_j'^2$ матриц A_j^2 и $A_j'^2$, где A_j и A'_j – матрицы смежностей графов G_j и G'_j [13. С. 178]. По аналогии с $v(\xi)$ введем его векторный вариант $v_j(\xi) = \|d_i - d'_j\| / \|d_i + d'_j\|$, где $\|x\| = \sqrt{\langle x, x \rangle}$ – евклидова норма, и рассмотрим критерий близости степеней вершин $K_1^{(2)}$, положив

$$K_1^{(2)} := m^{-1} \sum_{j=1}^m K_{1j}^{(2)}, \quad K_{1j}^{(2)} := 1 - v_j(\xi). \quad (5)$$

Вычитание $v(\xi)$ из единицы объясняется тем, что перевод считается тем лучше, чем меньше коэффициент вариации $v(\xi)$.

Связность. Следуя [17], введем необходимые определения, связанные с разбиениями множеств. Под разбиением p -элементного множества V на k блоков понимается произвольное семейство $\pi = \{A_1, \dots, A_k\}$ такое, что

$$\bigcup_{s=1}^k A_s = V, \quad A_i \cap A_j = \emptyset, \quad A_i \neq \emptyset, \quad 1 \leq i < j \leq k.$$

Множество всех разбиений множества V на k блоков обозначаем $\Pi_k(V)$, а множество всех разбиений $\Pi(V)$. Очевидно, что $\Pi(V) = \Pi_1(V) \cup \dots \cup \Pi_k(V)$.

На множестве $\Pi(V)$ введем отношение частичной упорядоченности \preceq . Если $\pi, \sigma \in \Pi(V)$ и каждый блок $B \in \sigma$ является суммой некоторого числа блоков разбиения π , то будем говорить, что π есть измельчение разбиения σ и писать $\pi \preceq \sigma$.

Не всякие два разбиения π и σ сравнимы между собой, но всегда существует измельчение π' такое, что $\pi' \preceq \sigma$. Однако не любое измельчение разбиения σ будет нас интересовать. Частично упорядоченное множество $\langle V, \preceq \rangle$ называется решеткой, если для произвольных $x, y \in V$ существуют такие элементы $a, b \in V$, для которых выполнены условия:

$$a \preceq x, a \preceq y, \quad \forall c: c \preceq x, c \prec y \Rightarrow c \preceq a.$$

Такие элементы $a, b \in V$, если они существуют, однозначно определяются через x и y . Элемент a называется *нижней границей* элементов x и y , которую обозначим $x \wedge y$.

Согласно [17. С. 49, теорема 1.17] множество $\Pi(V)$, упорядоченное на основе отношения измельчения, образует решетку, причем

$$\pi \wedge \sigma := \{A \cap B : (A \in \pi) \wedge (B \in \sigma) \wedge (A \wedge B \neq \emptyset)\}. \quad (6)$$

Соотношение (6) дает способ вычисления нижней границы $\pi \wedge \sigma$ разбиений π и σ . В контексте нашей задачи в роли разбиений π и σ выступают разбиения множеств вершин V и V' строфоидов G и G' .

Пусть Δ, Δ' – декременты подстановок (4), соответствующих графам G и G' . На практике, как правило, выполняется неравенство $\Delta \geq \Delta'$. В этих случаях $\kappa := \Delta'/\Delta \leq 1$. В противном случае вместо отношения Δ'/Δ будем использовать величину $\kappa := 2 - \Delta'/\Delta \leq 1$, т.е. в общем случае полагаем $\kappa := |\Delta - \Delta'|/\Delta'$. Величину

$$K_1^{(3)} := m^{-1} \sum_{j=1}^m K_{1j}^{(3)}, \quad K_{1j}^{(3)} := \frac{\kappa_j(\pi_j)}{|\pi_j \wedge \pi'_j|} \quad (7)$$

назовем критерием *связности* оригинала и перевода, а определяющие ее величины $K_{1j}^{(3)}$ – *относительными коэффициентами связности* их j -х строфоидов. Чем больше значение $K_1^{(3)}$, тем выше качество перевода.

2.3. Симметрия

Критерий симметрии $K_{\text{СИММ}}$ построим на основе двух частных критериев симметрии $K_2^{(i)}$, $i=1, 2$, учитывающих свойства симметрии графов G и G' . Для этого полагаем

$$K_{\text{СИММ}} = (1/2)(K_2^{(1)} + K_2^{(2)}). \quad (8)$$

Общим подходом к измерению симметрии графа G является вычисление его индекса симметрии $I(G)$. Сравнивая индексы $I(G)$ и $I(G')$, можно заключить, насколько перевод отклонился от оригинала по критерию симметрии.

Индексом симметрии $I(G)$ графа G называется порядок его группы автоморфизмов $\text{Aut } G$ [15. С. 190], т.е.

$$I(G) = |\text{Aut } G|. \quad (9)$$

В силу определения лингвистического графа все строфоиды содержат в качестве компонент связности только изолированные вершины, маршруты длиной два (отдельные ребра) и простые циклы. Изолированные вершины на порядок группы $\text{Aut } G$ влияния не оказывают. Поэтому произвольный автоморфизм любого строфоида можно получить, выполняя сначала произвольный автоморфизм на каждой из его компонент связности, а затем совершая любую перестановку между собой компонент связности с одинаковым числом вершин. Перебирая все комбинации таких отображений, получаем индекс симметрии (9) графа G .

Критерием *относительной симметрии* $K_2^{(1)}$ назовем величину

$$K_2^{(1)} := K_2^{(1)}(G, G') = m^{-1} \sum_{j=1}^m K_{2j}^{(1)}, \quad K_{2j}^{(1)} := \frac{\min \{I(G_j), I(G'_j)\}}{\max \{I(G_j), I(G'_j)\}}. \quad (10)$$

Другим вариантом критерия относительной симметрии (10) является критерий *вариации симметрии*, имеющий вид:

$$K_2^{(2)} := K_2^{(2)}(G, G') = 1 - m^{-1} \sum_{j=1}^m K_{2j}^{(2)}, \quad K_{2j}^{(2)} := \frac{|I(G_j) - I(G'_j)|}{I(G_j) + I(G'_j)}. \quad (11)$$

Величины $K_{2j}^{(2)}$ в критерии (11) – это коэффициенты вариации индекса симметрии для j -го строфоиды, т.е. отношение среднеквадратического отклонения равномерной случайной величины, принимающей значения $I(G_j)$ и $I(G'_j)$, к ее среднему.

3. Сравнение переводов Эльснера и Карельского

Исходные данные для сравнения переводов Эльснера и Карельского представлены в табл. 4, а результаты сравнения – в табл. 5.

Таблица 4

Исходные данные для сравнения переводов Эльснера и Карельского

Автор, переводчик	Параметры	Характеристики строфоидов G_j и G'_j , $j = 1, \dots, 9$								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Рильке	q_j	11	12	12	12	8	5	11	6	9
	$ \pi_j $	3	2	2	1	5	8	3	6	5
	$ \Delta_j $	9	10	10	11	7	4	9	6	7
	$I(G_j)$	120	288	288	24	28	16	120	4 608	120
Эльснер	q'_j	10	12	12	12	6	4	11	6	4
	q'_0	1	1	4	12	1	0	3	2	0
	w'_j	5/12	2/3	2/3	1	1/6	1/6	7/12	2/3	1/6
	u'_j	1/20	1/23	1/5	1	1/13	0	3/19	1/5	0
	$ \pi_j \wedge \pi'_j $	3/9	2/4	2/4	1	5/11	8/12	3/7	6/10	5/12
	$ \Delta'_j $	8	10	10	11	5	4	9	6	4
	$I(G'_j)$	1 024	288	288	24	576	384	400	4 608	384
Карельский	q'_j	11	12	12	12	8	2	11	5	8
	q'_0	7	12	12	12	2	0	4	5	3
	w'_j	5/6	1	1	1	1/12	1/12	5/12	11/12	1/3
	u'_j	1/2	1	1	1	1/17	0	2/9	5/6	3/14
	$ \pi_j \wedge \pi'_j $	3/5	1	1	1	5/9	8/12	3/6	6/7	5/9
	$ \Delta'_j $	8	10	10	11	6	2	9	5	6
	$I(G'_j)$	160	288	288	24	96	8	96	7 680	96

Таблица 5

Результаты анализа: критерии качества переводов Эльснера и Карельского

Переводчик	Параметры	Характеристики строфоидов G_j и G'_j , $j = 1, \dots, 9$									Критерии
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Эльснер	$K_{1j}^{(1)}$	0,021	0,029	0,133	1,000	0,013	0	0,092	0,133	0	0,158
	$K_{1j}^{(2)}$	0,770	1	1	1	0,553	0,393	0,810	1	0,478	0,778
	$K_{1j}^{(3)}$	0,333	0,500	0,500	1	0,455	0,667	0,429	0,600	0,417	0,544
	$K_{СТРУК}$										0,481
	$K_{2j}^{(1)}$	0,117	1	1	1	0,049	0,042	0,300	1	0,312	0,536
	$K_{2j}^{(2)}$	0,790	0	0	0	0,907	0,920	0,538	0	0,524	0,591
	$K_{СИММ}$										0,563

Переводчик	Параметры	Характеристики строфоидов G_j и G'_j , $j = 1, \dots, 9$									Критерии
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Карельский	$K_{1j}^{(1)}$	0,417	1	1	1	0,012		0	0,204	0,278	0,434
	$K_{1j}^{(2)}$	0,805	1	1	1	0,608	0,168	0,782	0,782	0,570	0,746
	$K_{1j}^{(3)}$	0,533	1	1	1	0,476	0,333	0,500	0,714	0,476	0,670
	$K_{СТРУК}$										0,617
	$K_{2j}^{(1)}$	0,750	1	1	1	0,292	0,500	0,800	0,600	0,800	0,749
	$K_{2j}^{(2)}$	0,143	0	0	0	0,548	0,333	0,111	0,250	0,111	0,834
	$K_{СИММ}$										0,791

Для сравнимости двух разных переводов объединим критерии структурного сходства (1) и симметрии (8) в один обобщенный критерий адекватности, или мастерства перевода:

$$K_{АДЕК} := \frac{3}{5} K_{СТРУК} + \frac{2}{5} K_{СИММ} = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^3 K_1^{(i)} + \sum_{i=1}^2 K_2^{(i)} \right). \quad (12)$$

Тогда согласно (12) и табл. 5 получаем

$$Q_1 := K_{АДЕК}(\text{Эльснер}) = 0,514, \quad Q_2 := K_{АДЕК}(\text{Карельский}) = 0,687.$$

Так как $Q_2 > Q_1$, то в совокупности по всем показателям перевод Карельского лучше перевода Эльснера, что и соответствует действительности.

Заключение

Рассмотренные оценки близости оригинала и перевода не охватывают всего многообразия нюансов, возникающих при решении такой задачи. Скажем, в ритмических полях можно дополнительно учитывать, наряду с ударными и безударными, слабые и сильные слоги. И вообще строить ритмические поля нужно с участием стиховедов [18. С. 88]. Но в данном случае важен сам принцип, сама идея использовать ритмическое поле как источник информации для последующих вычислений.

Чрезмерные попытки усилить математическую составляющую предлагаемого подхода приведут к утрате интереса к нему со стороны филологов. С другой стороны, доскональное погружение во все стиховедческие тонкости также приведет к излишней сложности предлагаемой методики. Важен принцип, а остальное – дело будущих исследователей, которые могли бы продолжить совершенствование алгоритмов анализа оригинала и перевода в необходимых направлениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаспаров М.Л. Статистическое обследование русского трехударного дольника // Теория вероятностей и ее применения. 1963. Т. 8, № 1. С. 102–108.
2. Холшевников В.Е. Стихование и математика // Содружество наук и тайны творчества : сб. ст. / под ред. Б. Мейлаха. М. : Искусство, 1968. С. 384–396.
3. Maeyenowa M.R. Poetyka i matematyka. Warszawa, 1965.
4. Леви И. К вопросу о точных методах анализа стиха : пер. с чеш. // Maeyenowa M.R. Poetyka i matematyka. Warszawa, 1965.
5. Настопкене В. Опыт исследования точности перевода количественными методами // Литература (Вильнюс). 1981. Т. 23, № 2. С. 53–70.
6. Григорьев Ю.Д., Мартыненко Г.Я. Комбинаторные варианты рифм в сонетах Рильке: квантитативно-типологический подход // Вестник Новосибирского государственного университета. Сер. Лингвистика и межкультурная коммуникация. 2019. Т. 17, № 1. С. 5–20.
7. Андреев С.Н. Точный и вольный перевод стихотворного текста: количественная оценка // Известия Смоленского государственного университета. 2012. № 4 (20). С. 88–95.
8. Гаспаров М.Л. Подстрочник и мера точности // Теория перевода и научные основы подготовки переводчиков : материалы Всесоюз. науч. конф. М. : МГПИИЯ, 1975.

9. Григорьев Ю.Д. Системная гармония перевода поэтических текстов // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2018. Т. 70, № 1. С. 79–102.
10. Портер Л.Г. Количественные критерии адекватности поэтического перевода // Мир перевода. 2004. Т. 1, № 11. С. 39–54.
11. Погребной В.К. Метод интеграции структурных различий в графовых моделях и его применение для описания структур // Известия Томского политехнического университета. 2011. Т. 318. № 5. С. 10–16.
12. Дэмер М., Эммерт-Штрайб Ф., Цой Ю.Р., Вармуза К. Новый функционал информативности для анализа структуры химических графов // Известия Томского политехнического университета. 2010. Т. 316, № 5. С. 5–11.
13. Rilke R.M. Neue Gedichte und der Neuen Gedichte anderer Teil. Frankfurt am Main : Insel Verlag, 1976. 172 S.
14. Чайковский Р.Р., Лысенкова Е.Л. Неисчерпаемость оригинала: 100 переводов «Пантеры» Р.М. Рильке на 15 языков. Магадан : Кордис, 2001. 211 с.
15. Харари Ф. Теория графов. М. : Мир, 1973. 302 с.
16. Курош А.Г. Курс высшей алгебры. М. : Наука, 1965. 432 с.
17. Липский В. Комбинаторика для программистов. М. : Мир, 1988. 214 с.
18. Казарцев Е.В. Сравнительное стиховедение. Метрика и ритмика. СПб. : Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2017. 160 с.

Поступила в редакцию 19 мая 2019 г.

Grigoriev Yu.D. (2019) ESTIMATION OF PROXIMITY OF GRAPH STRUCTURES ON AN EXAMPLE OF COMPARISON OF POETIC TRANSLATIONS. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Upravlenie vychislitel'naya tehnika i informatika* [Tomsk State University Journal of Control and Computer Science]. 49. pp. 44–54

DOI: 10.17223/19988605/49/6

A quantitative approach to estimation the quality of poetic translation is considered. The approach is based on Porter's method according to which any translation is characterized by a finite number of indicators reflecting the multi-layered structure of the poetic text. In this case, a linguistic graph G is associated with every indicator. The attribution of such graph vertexes allows to work in a proximity measure between graph G of the original and graph G' of the translation. In development of Porter's method new variants of the proximity criteria G and G' constructed with graph theory application are suggested.

The proposed quantitative approach to estimation the quality of translation does not affect its substantive and aesthetic aspects. The estimation of these parties is not a part of paper's task. In total five partial quality criteria are suggested: three of them are connected with structural properties of the original and the translation, and two others – with their symmetry. On such basis two intermediate criteria of structure K_{STRUC} and symmetry K_{SYMM} are formed. The generalized criterion $Q = (3/5)K_{\text{STRUC}} + (2/5)K_{\text{SYMM}}$ after that is introduced. Such a convolution of individual criteria into one criterion makes it possible to compare different translations of the same text among themselves. Let be Q_i a quality criterion of i -th translation. If an inequality $Q_2 > Q_1$ takes place then a second translation is better than a first translation.

The developed approach is based on a comparison of the rhythmic fields of the original and the translation which are the starting point for further analysis. Each poetic text is matched with nine characteristics, i.e. nine graph structures. These characteristics are the syllable and tone volumes of lines, the meter, the rhythm, the rhyming method, etc.

The vocabulary (composition of significant words, accuracy and poetic licence, quality of rhymes, etc.) and special adaptation of the approach to various rhythmic versions of the meter as characteristics of the verse are not considered. The presentation is accompanied by an analysis of two translations of "Panther" by R. Rilke, made by Karelsky and Elsner.

Keywords: Criterion of proximity; linguistic graph; rhythmic field; structure; symmetry.

GRIGORIEV Yuri Dmitrievich (Doctor of Technical Sciences, Professor, Saint-Petersburg Electrical University).

E-mail: yuri_grigoriev@mail.ru

REFERENCES

1. Gasparov, M.L. (1963) Statistical Investigation of Russian Dolnik Trimeter. *Teoriya veroyatnostey i ee primeneniya – Theory of Probability and its Applications*. 8(1). pp. 102–108. DOI: 10.1137/1108009
2. Kholshevnikov, V.E. (1968) Stikhovedenie i matematika [Prosody and mathematics]. In: Meylakh, B. (ed.) *Sodruzhestvo nauk i tayny tvorchestva* [Collaboration of Sciences and Secret of Creativity]. Moscow: Iskustvo. pp. 384–396.
3. Mayenowa, M.R. (ed.) (1965) *Poetyka i matematyka* [Poetry and Mathematic]. Warsaw: [s.n.].
4. Levy, I. (1965) K voprosu o tochnykh metodakh analiza stikha [On exact methods of the verse analysis]. Translated from Czech. In: Mayenowa, M.R. (ed.) *Poetyka i matematyka* [Poetry and Mathematic]. Warsaw: [s.n.].
5. Nastopkene, V. (1981) Opyt issledovaniya tochnosti perevoda kolichestvennymi metodami [Experience of translation accuracy research by quantitative method]. *Literatura*. 23(2). pp. 53–70.

6. Grigoriev, Yu.D. & Martynenko, G.Ya. (2019) Combinatorics of Rhyming Variants in Sonnets by R. M. Rilke: A Quantitative and Typological Approach. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Lingvistika i mezhkul'turnaya kommunikatsiya – NSU Vestnik. Series: Linguistics and Intercultural Communication*. 17(1). pp. 5–20. DOI: 10.25205/1818-7935-2019-17-1-5-20
7. Andreev, S.N. (2012) Tochnyy i vol'nyy perevod stikhotvornogo teksta: kolichestvennaya otsenka [Exact and free translation of the poetic text: a quantitative estimation]. *Izvestiya Smolenskogo gosudarstvennogo universiteta*. 4(20). pp. 88–95.
8. Gasparov, M.L. (1975) [The word-per-word translation and accuracy measure]. *Teoriya perevoda i nauchnye osnovy podgotovki perevodchikov* [Theory of Translation and Scientific Bases for Translators Training]. Proc. of the Conference. Moscow: Moscow State Pedagogical Institute of Foreign Languages.
9. Grigoriev, Yu.D. (2018) System harmony of poetic text translation. *Nauchnyy vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Scientific Bulletin of NSTU*. 70(1). pp. 79–102. DOI: 10.17212/1814-1196-2018-1-79-102
10. Porter, L.G. (2004) Kolichestvennye kriterii adekvatnosti poeticheskogo perevoda [Quantitative criteria of the poetic translation adequacy]. *Mir perevoda*. 1(11). pp. 39–54.
11. Pogrebnoy, V.K. (2011) Metod integratsii strukturnykh razlichiy v grafovykh modelyakh i ego primeneniye dlya opisaniya struktur [A method of integration structural distinctions in the graph models and its application for the structures description]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta – Bulletin of Tomsk Polytechnic University*. 318(5). pp. 10–16.
12. Damer, M., Emmert-Schreib, F., Tsoy, Yu.R. & Varmusa, K. (2010) Novyy funktsional informativnosti dlya analiza struktury khi-micheskikh grafov [The new information functional for the analysis of chemical graphs structure]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta – Bulletin of Tomsk Polytechnic University*. 316(5). pp. 5–11.
13. Rilke, R.M. (1976) *Neue Gedichte und der Neuen Gedichte anderer Teil*. Frankfurt am Main: Insel Verlag.
14. Chaykovsky, R.R. & Lysenkova, E.L. (2001) *Neischerpaemost' originala: 100 perevodov "Pantery" R.M. Ril'ke na 15 yazykov* [Inexhaustibility of the Original: 100 Translations of R. M. Rilke's "Panther" into 15 Languages]. Magadan: Kordis.
15. Harary, F. (1973) *Teoriya grafov* [Graph theory]. Translated from English. Moscow: Mir.
16. Kurosh, A.G. (1965) *Kurs vysshey algebry* [Higher algebra]. Moscow: Nauka.
17. Lipsky, V. (1988) *Kombinatorika dlya programmistov* [Combinatorics for Programmers]. Moscow: Mir.
18. Kazartsev, E.V. (2017) *Sravnitel'noe stikhovedenie. Metrika i ritmika* [Comparative Prosody. Metrics and Rhythmics]. St. Petersburg: Russian State Pedagogical University.