

Научная статья

УДК 81.32

EDN CEMRYO

DOI 10.17150/2713-1734.2023.5(1).19-33



А.В. Боровский

*Байкальский государственный университет,
г. Иркутск, Российская Федерация*

В.В. Братищенко

*Байкальский государственный университет,
г. Иркутск, Российская Федерация*

Е.Е. Раковская

*Байкальский государственный университет,
г. Иркутск, Российская Федерация*

Изучение связи между русским и бурятским языками методом матрицы мер близости между консонантными классами слов

Аннотация. В статье предложен новый подход для изучения связи русского и бурятского языка, заимствований в бурятском языке, основанный на методах историко-математической лингвистики. Для работы применялся частотный русско-бурятский словарь, в котором каждое слово было преобразовано с применением классов согласных, после чего для слов словаря и их преобразованных форм рассчитывались метрики попарного сходства Рэтклиффа — Обершелпа. На основе полученных данных строилась матрица мер близости консонантных классов (ММКК) слов двух языков.

Дополнительно для ряда мер каждого слова вычислялись статистические характеристики – среднее, минимум, максимум, оценка дисперсии. Для бурятских слов определялись коэффициенты корреляции рядов мер, которые характеризуют сходство слов. В результате проведенных расчетов получена мера сходства консонантных классов слов русского и бурятского языка, которая характеризует взаимное влияние языков и объем заимствования русских форм в бурятском языке.

В работе показана эффективность метода матрицы мер близости консонантных классов слов для сравнения языков.

Ключевые слова. Математико-историческая лингвистика, взаимосвязь русского и бурятского языков, частотный русско-бурятский словарь, классы согласных для русского и бурятского языков, метрики сходства классов для русских и бурятских слов, матрица вероятностей сходства слов для русского и бурятского частотных словарей, статистические характеристики сходства русских и бурятских слов, вероятности связи языков по средним и максимальным значениям.

Информация о статье. Дата поступления: 3 июня 2022 г.; дата принятия к публикации: 30 января 2023 г.; дата онлайн-размещения: 3 февраля, 2023 г.

Original article

A.V. Borovsky

*Baikal State University,
Irkutsk, Russian Federation*

V.V. Bratishchenko

*Baikal State University,
Irkutsk, Russian Federation*

The Study of the Relationship Between the Russian and Buryat Languages Using the Matrix of Proximity Measures Between Consonant Word Classes

Abstract. The article proposes a new approach to study the connection between the Russian and Buryat languages, borrowings in the Buryat language, based on the methods of historical and mathematical linguistics. For the work, a frequency Russian-Buryat dictionary was used, in which each word was transformed using consonant classes, after which the Ratcliffe-Obershelp pairwise similarity metrics were calculated for the words of the dictionary and their transformed forms. But on the basis of the data obtained, a matrix of measures of proximity of consonant classes (MMCC) of words of two languages was built.

Additionally, for a number of measures of each word, statistical characteristics were calculated - average, minimum, maximum, variance estimate. For Buryat words, the correlation coefficients of a series of measures that characterize the similarity of words were determined. As a result of the calculations, a measure of the similarity of the consonant classes of words in the Russian and Buryat languages was obtained, which characterizes the mutual influence of languages and the amount of borrowing of Russian forms in the Buryat language.

The paper shows the effectiveness of the method of the matrix of similarity measures of consonantal classes of words for comparing languages.

Keywords. Mathematical-historical linguistics, relationship between Russian and Buryat languages, Russian-Buryat frequency dictionary, consonant classes for Russian and Buryat languages, class similarity metrics for Russian and Buryat words, word similarity probability matrix for Russian and Buryat frequency dictionaries, statistical characteristics similarities of Russian and Buryat words, probabilities of connection between languages by average and maximum values.

Article info. Received 3 June, 2022; Accepted 30 January, 2023; Available online 3 February, 2023.

Введение

В последнее десятилетие значительно увеличился объем исследований в области математической и исторической лингвистики [1–3]. Исследовалось происхождение многих старорусских топонимов с утерянным смыслом, таких как Москва, Тверь, Кострома, Муром, Кимры и др. Многие ученые обратили внимание на связь значительного объема российской топонимики с древним языком — санскритом [4; 5]. Изучалось также дерево происхождения и развития языков.

Авторы данной работы ранее рассмотрели топонимику Иркутской области на основе векторной модели русского языка [6] и на предмет ее связи с санскритом [5; 7]. Анализ 850 бурятско-эвенкийских и старорусских топонимов иркутской области установил степень их корреляции (связи) с санскритом на уровне 65 %. Сам санскрит в значительной степени коррелирует с

русским языком. Авторы считают, что основа санскрита — это старый язык славянских племен [5], 500 или 600 лет назад попавший в Индию. Так как указанный объем изученных топонимов представляет собой значительную часть бурятского языка, то возникает предположение, что и сам бурятский язык заимствовал часть старославянского (через санскрит) и старорусского языков. Заимствование происходило на протяжении 400 лет при отсутствии у бурятского народа письменности вплоть до советского периода. Поэтому многие старославянские и старорусские слова были искажены. Сейчас во многих словах бурятского языка мы не видим их первоначальную основу, их происхождение. Однако, применение современных методов математико-исторической лингвистики позволяет это установить, как будет показано в данной работе.

Исследование посвящено анализу связи (корреляции) между русским и бурятским языками. Работа носит математический характер и выполнена с привлечением методов математико-исторической лингвистики, а также информационных технологий. Отметим, что в рамках традиционного подхода, который весьма распространен в среде гуманитариев, работу по установлению количественной связи между языками выполнить было бы невозможно.

Основная часть

Методы математической лингвистики, применяемые для изучения связи языков

Вопрос связи между различными языками давно интересовал лингвистов [8; 9]. Ставились в основном две задачи. Определить для изучаемого языка объемы заимствования слов из других языков. Определить предковую основу изучаемого языка. Первая задача обычно решалась вручную, на что уходило очень много времени. Ученые, специалисты по нескольким языкам, перебирали слова и разносили их по нескольким исходным языкам. К примеру, как считают лингвисты, русский язык содержит 60 % славянских слов, 30 % тюркских и 10 % угро-финских. После очистки от заимствований оставалась древняя племенная часть языка, содержащая менее 300 слов. Далее проводилось сравнение племенных частей для различных языков. Для этого были разработаны свои методы [10; 11]. Слова очищались от неустойчивых гласных звуков, а оставшиеся согласные сравнивались для различных языков. На основе этих данных лингвисты делают выводы о дереве происхождения языков и давности возникновения того или иного языка. Таким образом лингвистика позволяет отследить процесс деления языков в глубокой древности на глубину 5–6 тыс. лет.

Большое влияние на формирование языков оказало возникновение в XIII–XIV вв. средневековой мировой империи, которая в Западной периодике называется Татаро-Монголией. Мы ее будем называть ранней Россией. Возникновение империи привело к вытеснению и уничтожению многих племенных языков и их замене на имперские языки славянский и тюркский [12]. На основе этих двух основных языков с примесью угро-финского сформировался современный русский язык. Народы, которые до сих пор проживают на территории России, заимствовали в больших объемах старорусский язык. Примером такого народа является бурятский народ, проживающий на части территории Иркутской области и в Забайкалье.

В данной работе ставится задача изучить объемы заимствования русского языка в современном бурятском языке. Так как заимствование происходило на протяжении последних 400 лет, то для выяснения указанного вопроса привлекаются методы математико-исторической лингвистики. К их числу относится использование частотного русско-бурятского словаря, введение лингвистических классов для звуков русского и бурятского списков слов, использование математической метрики, описывающей близость слов. Вычислялась попарная мера близости русских и бурятских слов для 962 наиболее часто встречающихся слов русско-бурятского словаря. В результате получена матрица мер соответствий для 962 бурятских слов и 1 025 русских слов с учетом многозначности перевода. Дополнительно для последовательности мер каждого слова вычислялись статистические характеристики — среднее, минимум, максимум, оценка дисперсии. Для бурятских слов определялись коэффициенты корреляции рядов мер, которые, по мнению авторов, характеризуют сходство слов. По-видимому, такая работа применительно к бурятскому языку проводится впервые.

Частотный русско-бурятский словарь

В работе использован русско-бурятский частотный словарь из 2 000 слов. Для его составления применялся частотный словарь русской лексики [13] и русско-бурятские словари¹ [14]. Рабочий словарь пришлось очистить от русизмов, т.е. от слов, которые одинаково произносятся на русском и бурятском языках. К их числу относятся, например, времена года, дни недели, некоторые технические устройства типа пароход, самолет, автомобиль и др. Многие слова появились в советский период и не представляют интереса для лингвистико-исторического исследо-

¹ Русско-бурятский словарь // BURYATIA.ORG Сайт бурятского народа. URL: http://www.buryatia.org/modules.php?name=Encyclopedia&op=list_content&eid=4.

вания. Количество исключенных таким образом слов достигло 1 000 шт. После такой очистки остался русско-бурятский словарь примерно на 1 000 слов.

Классы согласных для сравнения русского и бурятского языков

Любой язык эволюционирует во времени. Гласные звуки легко меняются. Это приводит к возникновению диалектов. Согласные звуки более устойчивы во времени. Однако и они также меняются. Скажем, звонкие согласные могут переходить в глухие. В табл. 1 собраны классы согласных букв для русского и бурятского языков. При изучении старых слов языка необходимо сравнивать не современные звучания этих слов, а классы согласных, из которых эти слова были образованы. За столетия, прошедшие с появления слова, его звучание изменилось. Классы же согласных остались прежними.

Таблица 1

Классы согласных для русского и бурятского языков

	Класс согласных	Буквы русского и бурятского языков
1	Р-класс	П, Б, В, Ф
2	Т-класс	Т, Д
3	С-класс	С, З, Ц, Ч, Ш, Щ, Ч
4	М-класс	М
5	Н-класс	Н
6	Р-класс	Р, Л
7	К-класс	К, Г, Х, Һ
8	Н-класс (нулевой класс)	Все гласные, включая Е, Ё, Ю, Я, Э, У

В списке ниже представлены консонантные классы А.Р. Долгопольского:

Р-класс (губные): p b β f v ...

Т-класс (зубные): t d ɗ θ ð ...

С-класс (сибилянты, аффрикаты и фрикативные): c z ʃ ʒ s z ʂ ʐ...

У-класс (палатальные глайды): y ...

W-класс (губные глайды): w ʋ...

М-класс (губные носовые): m ɱ...

Н-класс (негубные носовые): n ɳ ɲ ɳ...

Q-класс (латеральные аффрикаты): ʎ...

Р-класс (плавные): r ɾ l ɭ ɭ...

К-класс (велярные и увулярные): k g x ɣ q χ ʁ...

Нулевой класс или Н-класс: ɦ ʕ ɴ ʔ ʕ ɦ ʔ и все гласные.

В табл. 2 приведены примеры обозначения слов русского и бурятского языка на основе классов согласных. Обычно, гласные в середине слова пропускают из-за их сильной изменчивости.

**Обозначение слов русского и бурятского языка
на основе классов согласных**

Лемма	Класс согласных	Перевод, бурятский язык	Класс согласных	Количество совпадений
быть	P T	байха	P K N	1
год	K T	жэл	S Л	-
мочь	M S	шадаха	S T K H	1
человек	S R P K	хүн	K N	1
сказать	S K S T	хэлэхэ	K R K H	1
один	H T N	нэгэн	N K N	1
время	P R M H	саг	S K	-

Метрики близости слов

Схожесть слов можно измерить. Для этого используют математические метрики, которые измеряют близость слов [15]. Измеряемые слова записывают в виде двух строк. Методы вычисления похожести строк можно условно разделить на методы, основанные на сравнении символов в обеих строках, методы, основанные на векторном представлении слов и гибридные методы. Символьные методы базируются на определении операций редактирования: удаления, вставки, замены и сравнения подпоследовательностей.

Методы на основе векторов преобразуют строки в векторные представления, над которыми в дальнейшем выполняют операцию скалярного произведения. Если скалярное произведение двух векторов равно 1 — вектора совпадают, если равно нулю, то вектора являются абсолютно различными. Если скалярное произведение лежит в интервале между нулем и единицей, то имеет место частичное сходство. Гибридные методы повышают эффективность анализа при сопоставлении слов.

В данной работе для сравнения двух слов используется метрика Рэтклиффа — Обершелпа [16]. В этой метрике вероятность совпадения двух слов вычисляется по формуле

$$\rho_{ik} = \frac{2K_{ik}}{m_i + m_k}. \quad (1)$$

Здесь K_{ik} — число совпадающих символов в самой длинной подстроке, присутствующей в двух строках, m_i, m_k — число символов в словах i и k .

Матрица мер близости консонантных классов слов для двух языков

В данной работе вводится понятие матрицы мер близости консонантных классов (ММКК) слов двух языков. Рассматривается матрица размерностью $N \times M$. Столбцы матрицы соответству-

ют списку слов русского языка, строки — списку слов бурятского языка. Оба списка образуют частотный словарь русско-бурятского языка, очищенный от русизмов. В нашем случае размерность матрицы равна $N = 1026$, $M = 962$. Элементами матрицы являются метрики сходства консонантных классов двух слов ρ_{ik} .

Статистическая обработка, полученной ММКК, сводится к вычислению различных средних величин и дисперсий для этих величин.

$$\langle \rho \rangle = \frac{1}{N^2} \sum_{i,j=1}^N \rho_{ij}. \quad (2)$$

$$\langle \rho \rangle_1 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \max_i \rho_{ij}. \quad (3)$$

$$\langle \rho \rangle_2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \max_j \rho_{ij}. \quad (4)$$

$$\sigma(\rho) = \sqrt{\frac{1}{N^2} \sum_{i,j=1}^N (\rho_{ij} - \langle \rho \rangle)^2}. \quad (5)$$

Рассмотрим результаты расчетов. В табл. 3 приведена небольшая часть матрицы ММКК.

Таблица 3

Часть матрицы ММКК

Слово:Класс	байха:РННКН	жэл:SHR	шадаха:SHТНКН	бираха:PHРНКН
быть:РНТ	0,5000	0,3333	0,4444	0,4444
год:КНТ	0,5000	0,3333	0,4444	0,4444
мочь:MHS	0,2500	0,3333	0,2222	0,2222
человек:SHRHPHK	0,5000	0,6000	0,6154	0,6154
сказать:SKHSHT	0,3636	0,4444	0,5000	0,3333
один:HTHN	0,4444	0,2857	0,6000	0,4000
время:PRHMH	0,6000	0,2500	0,3636	0,7273
другой:TRHKNH	0,5455	0,2222	0,6667	0,6667
говорить:KHР- HRHT	0,3333	0,4000	0,3077	0,6154
знать:SNHT	0,2222	0,5714	0,6000	0,2000
статья:STHT	0,2222	0,5714	0,6000	0,2000
дело:THRH	0,4444	0,5714	0,6000	0,6000

Среднее по всей матрице

$$\langle \rho \rangle = 0,4533 \pm 0,0549.$$

Большой интерес представляет среднее от максимальных метрик по строкам

$$\langle \rho \rangle_1 = 0,8345 \pm 0,0797.$$

Средние от максимальных метрик по строкам и по столбцам практически совпадают

$$\langle \rho \rangle_1 \cong \langle \rho \rangle_2.$$

Отличия в третьем знаке после запятой. Поэтому не будем их различать.

О многозначности русских слов в бурятском языке

В табл. 4 представлено соответствие консонантных классов русских и бурятских слов с максимальными значениями мер сходства Рэтклиффа — Обершелпа.

$$\langle \rho \rangle_1 \cong \langle \rho \rangle_2.$$

Таблица 4

Соответствие консонантных классов русских и бурятских слов

Русское слово	Бурятское слово	мера сходства Рэтклиффа — Обершелпа	Перевод
быть	боти	0,8571	том
	эд	0,8	вещь, имущество
	бодол	0,75	мысль, мнение, предположение
	бодос	0,75	вещество
	бодохо	0,6667	думать, размышлять; вставать, подниматься
	бүдүүн	0,6667	толщина, толстый; солидный, важный
	ябадаг	0,6667	вхожий, бывать
	бин	0,6667	иметься
	бэе	0,6667	тело, организм, личность
	ябадал	0,6667	ход, походка
год	хото	0,8571	желудок
	хэды	0,8571	сколько
	хада	0,8571	гора, горный; союзы если, коль скоро, так как
	һүйд	0,8571	беда
	эд	0,8	вещь, имущество
	хэдэн	0,75	несколько
	хүндэ	0,75	тяжелый (в разных значениях); честь, достоинство, почет

Для слова *Быть* значения на бурятском языке совпадают по семантике и связаны с принадлежностью, пространственным расположением или приближением, объектом, вещью, веществом.

Для слова *Год* соответствия смыслов также просматриваются. По-видимому, они связаны с обучением в разных средневековых школах. В одной школе ученикам пытались объяснить значение слова «год» как *сытый год*, ученики поняли, что это означает *желудок*. В другой школе *год* объясняли на примерах, как *тяжелый год*, *худой год*. В третьей школе договорились до того, что ученики поняли, что год — это *беда*. В четвертой школе возникли временные наречия и т.д. Таким образом сформировалось множественность понятий слова *год* в бурятском языке.

Множественность понятий в бурятском языке, означает что существовало много мест обучения (школ), в которых народ обучали по-разному (единой программы не было). Причем обучали понятиям, которых в племенном бурятском языке также не было. В результате каждое слово русского языка (или санскрита) получило в бурятском языке несколько понятий.

Лингвисты отмечают примерно такую же ситуацию в английском языке [17]. На Британских островах в XIII–XIV вв. жили несколько славянских племен, которых называли кельтами. В XV в. католическая церковь начала внедрять в Британии латынь. Латыни обучали племена Британских островов, не умевших писать и обладавших низким понятийным уровнем. В результате кельты латынь исказили и кроме того одно и то же слово латыни приобрело много понятий. Так возник английский язык. Кроме того, английский язык отмечают высоким уровнем заимствований из славянского языка, который был родным языком для кельтов.

В целом, среднее значение максимальных метрик сходства на уровне 0,8345 — результат многочисленных славянских и русских заимствований в бурятском языке. Также возможно, что присутствуют и имеют некоторое влияние случайные совпадения.

Исторические аспекты русских заимствований в бурятском языке

Историкам известно, что буддисты появились в Монголии в 1576 г. Через несколько лет они распространили свое влияние на север в места проживания бурятских племен. Буддисты принесли с собой санскрит, которому начали обучать местные народы.

Россия расширила свое влияние на Восточную Сибирь и Прибайкалье в 1620–1660 гг. Согласно сообщениям историков, в 1621 г. был основан острог в Енисейске, в котором разместился казачий атаман Иван Похабов. В 1620-х гг. казаки пришли в бассейн реки Лены.

В 1642 г. казачий сотник Курбат Иванов организовал поход вверх по Лене в сторону Байкала. (Имя Курбат больше похоже на

кличку. *Кур* — означает — кривой, *бат* — батька. У многих казаков были искривлены ноги. Либо казак лишился глаза, возможно наткнулся на острую ветку в лесу. Это частая причина потери глаза у всадников. В поход вышли 74 казака и два десятка проводников — местных тунгусов, которые вели вьючных лошадей и оленей. Отряд по неизвестным причинам не достиг озера Байкал. В 1643 г. Курбат Иванов повторил попытку. Отряд поднялся вверх по реке Лене, затем по притоку Лены — реке Илекте, перевалил через Байкальский хребет и спустился к озеру Байкал по долине Сармы. Далее казаки вышли в район Тажеранской степи, где обнаружили кочевья бурят, которые пасли там оленей.

В 1648 г. казачий сотник по фамилии Мелентьев с отрядом казаков из 50 чел. и нескольких десятков местных проводников перевалил через хребет Хамар-Дабан и достиг Гусиного озера. Там казаки также обнаружили кочевья бурят, которые пасли лошадей и отары овец. С бурятами находились кибитки лам-буддистов.

6 июля 1661 г. по приказу воеводы Енисейска казачий атаман Яков Похабов (младший брат атамана Ивана Похабова) пришел с людьми в район города Иркутска и заложил острог на правом высоком берегу Ангары против устья реки Иркут. В отряде Похабова насчитывалось до 100 чел. Прежде чем поставить острог, Похабов обосновал правильность выбора места в донесении, отправленном в Енисейск. Донесение счастливо дожило до наших дней. Летом же 1661 г. Яков Похабов с небольшим отрядом казаков сходил на озеро Байкал в район современной Слюдянки за пушным зверем. Там он «общался» с Бурятами и Эвенками. Видимо с этого времени в Слюдянке появилось название речки — Похабиха.

К приходу на Ангару отряда казака Якова Похабова в верховьях Ангары и вдоль ее притоков уже находились деревни и села русских людей. К примеру, село Оёк на 33 км Качугского тракта было основано в 1632 г. Так проходило освоение территории Иркутской области и Прибайкалья русскими людьми. Вместе с русскими в Восточную Сибирь пришли православные священники, которые при скитах и церквях обучали чтению, письму и счету русских людей и бурят.

Выводы

В работе предложено изучить связь бурятского и русского языков методом матрицы мер близости консонантных классов слов.

Влияние славянского, старорусского и впоследствии современного русского языка на бурятский язык продолжалось на протяжении 400 лет. В конце XVI и на протяжении XVII–XVIII вв. большое влияние на бурятский язык оказали буддисты. Они при буддистских храмах (дацанах) образовали школы, в которых обучали мальчиков из бурятских семей разговорной речи, чтению и

письму на санскрите. Санскрит, как оказалось [18; 19], в своей основе является слоговым письмом славянских племен, возникшим до появления азбучного письма — кириллицы. По религиозным причинам санскрит в XIV–XV вв. был вытеснен апостольскими христианами из Европы и Средиземноморья в Индию и Юго-Восточную Азию. Оттуда буддисты распространились на Тибет, в Монголию и Южную Сибирь. Так язык древних славян попал в Бурятию.

В XVII в. в Восточную Сибирь и Прибайкалье пришли казаки и русские переселенцы. Вместе с ними появились православные священники, которые обучали русских и бурят старо-русскому языку. В XIX в. влияние России в Сибири усилилось. Появились церковно-приходские школы, в которых русских и бурят обучали уже современному русскому языку. Влияние русского языка на бурятский язык особенно усилилось в XX в., когда все обучение в школах велось на русском языке.

Таким образом, бурятский язык заимствовал на протяжении 400 лет сначала древнеславянский санскрит, затем старорусский язык и в последние 150 лет современный русский язык. Причем других заимствований не было. Бурят окружали тунгусы с эвенками, якуты и монголы. Эти народы находились на таком же уровне развития. Поэтому заимствование новых понятий шло из санскрита и русского языка.

У бурятского народа не было своей письменности, которая появилась только в советское время, т.е. не более 100 лет назад. В этих условиях заимствования подверглись сильной трансформации. Размножились также понятийные значения многих старых слов. Такой же особенностью обладает, к примеру, английский язык, явившийся результатом внедрения латыни католической церковью для кельтских племен, проживавших на Британских островах. В настоящее время мы не узнаем в бурятских словах санскрит и старорусский язык.

Разобраться в этом интересном вопросе помогает метод исторической лингвистики, предложенный известным лингвистом А.Р. Долгопольским. Нужно учесть изменчивость звуков языка. Для этого вводятся классы согласных. Звуки в словах меняются, а консонантные классы остаются неизменными. Замена слов языка на совокупности классов, представлена в табл. 4. Введение классов позволяет увидеть в старых уже изменившихся словах заимствования из других языков.

Расчеты, проведенные в данной работе, с введением классов для согласных показали, что мера консонантных классов **слов** бурятского языка с русским достигает очень больших величин $\langle \rho_K \rangle \cong 83 \pm 8 \%$. Слова, появившиеся в бурятском языке 200–400 лет назад, сильно искажены. Понять, что это древнеславянские

(санскрит) или старорусские слова можно только после введения классов согласных.

Расчеты подтверждают выводы [5] о близости бурятско-эвенкийских топонимов Иркутской области с Санскритом на уровне 65 %, которые проводились без введения консонантных классов.

В целом, данная работа показывает эффективность метода матрицы мер близости консонантных классов слов для сравнения языков. По мнению авторов, работа в указанном направлении должна быть продолжена.

Список использованной литературы

1. Ancestry-constrained phylogenetic analysis supports the Indo-European steppe hypothesis / W. Chang, C. Cathcart, D. Hall, A. Garrett. — DOI 10.1353/lan.2015.0005 // *Language*. — 2015. — Vol. 91, iss. 1. — P. 194–244.
2. Anthony D.W. The Indo-European homeland from linguistic and archaeological perspectives / D.W. Anthony, D. Ringe. — DOI 10.1146/annurev-linguist-030514-124812 // *Annual Review of Linguistics*. — 2015. — Vol. 1, no. 1. — P. 199–219.
3. Mallory J. The impact of genetics research on archaeology and linguistics in Eurasia / J. Mallory, A. Dybo, O. Balanovsky. — DOI 10.1134/S1022795419120081 // *Russian Journal of Genetics*. — 2019. — Vol. 55, no. 12. — P. 1472–1487.
4. Григорьев А.А. Древнейшие (доисторические) водно-волоковые пути Северной Евразии по данным топонимики / А.А. Григорьев. — EDN SAFXWB // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7: Геология. География*. — 2014. — № 1. — С. 136–146.
5. Боровский А.В. Изучение корреляции междутопонимами Иркутской области и словами санскрита / А.В. Боровский, Е.Е. Раковская, И.А. Картеева. — DOI 10.17150/2500-2759.2022.32(3).610-622. — EDN UFJGAV // *Известия Байкальского государственного университета*. — 2022. — Т. 32, № 3. — С. 610–622.
6. Боровский А.В. Исследование топонимов Иркутской области с применением методов искусственного интеллекта / А.В. Боровский, Е.Е. Раковская. — DOI 10.17150/2500-2759.2021.31(3).382-390. — EDN UMPHVE // *Известия Байкальского государственного университета*. — 2021. — Т. 31, № 3. — С. 382–390.
7. Боровский А.В. Математические методы исследования топонимов с утерянной семантикой / А.В. Боровский, Е.Е. Раковская. — DOI 10.17150/2713-1734.2021.8(3).176-187. — EDN BNDFIP // *System Analysis & Mathematical Modeling*. — 2021. — Т. 3, № 3. — С. 176–187.
8. Thomsen V. Den gotiske sprogklasses indflydelse på den finske: en sproghistorisk undersøgelse / V. Thomsen. — Kobenhavn : Gyldendal, 1869.
9. Мельничук А.С. О всеобщем родстве языков мира / А.С. Мельничук // *Вопросы языкознания*. — 1991. — № 2. — С. 27–42.
10. Swadesh M. Towards greater accuracy in lexicostatistic dating / M. Swadesh // *International journal of American linguistics*. — 1955. — Vol. 21, no. 2. — P. 121–137.
11. Долгопольский А.Б. Гипотеза древнейшего родства языковых семей Северной Евразии с вероятностной точки зрения / А.Б. Долгопольский // *Вопросы языкознания*. — 1964. — № 2. — С. 64–69.
12. Носовский Г.В. Русские корни "Древней" латыни. Языки и письменность Великой Империи / Н.Г. Носовский, А.Т. Фоменко, Т.Н. Фоменко. — Москва : Апрель, 2012. — 608 с.
13. Ляшевская О.Н. Новый частотный словарь русской лексики / О.Н. Ляшевская, С.А. Шаров. — Москва : Словари.ру, 2012. — 1087 с.

14. Шагдаров Л.Д. Буряад-ород толи : бурятско-русский словарь : в 2 т. / Л.Д. Шагдаров, К.М. Черемисов. — Улан-Удэ : Республиканская типография, 2008. — 2 т.
15. Kessler B. Word similarity metrics and multilateral comparison / B. Kessler // Proceedings of Ninth Meeting of the ACL Special Interest Group in Computational Morphology and Phonology. — 2007. — P. 6–14.
16. Ratcliff J.W. Pattern-matching-the Gestalt Approach / J.W. Ratcliff, D.E. Metzner // Dr. Dobbs Journal. — 1988. — Vol. 13, no. 7. — P. 46.
17. Новицкий Б. Относительно своего языка и происхождения англичане ровно ничего не знают / Б. Новицкий. — URL: https://dzen.ru/a/YzBP8Q_iCgqxLGCI.
18. Омельченко В.В. Методические аспекты комплексного анализа корневой системы и образно-смыслового содержания слов разных языков / В.В. Омельченко. — EDN UHITLT // Вестник РУДН. Серия: Теория языка. Семиотика. Семантика. — 2015. — № 3. — С. 146–158.
19. Носовский Г. Новая хронология Руси / Г. Носовский, А. Фоменко. — Москва, 2020.

References

1. Chang W., Cathcart C., Hall D., Garrett A. Ancestry-constrained Phylogenetic Analysis Supports the Indo-European Steppe Hypothesis. *Language*, 2015, vol. 91, iss. 1, pp. 194–244. DOI: 10.1353/lan.2015.0005.
2. Anthony D.W., Ringe D. The Indo-European homeland from linguistic and archaeological perspectives. *Annual Review Of Linguistics*, 2015, vol. 1, no. 1. — P. 199–219. DOI 10.1146/annurev-linguist-030514-124812.
3. Mallory J., Dybo A., Balanovsky O. The Impact of Genetics Research on Archaeology and Linguistics in Eurasia. *Russian Journal of Genetics*, 2019, vol. 55, no. 12, pp. 1472–1487. DOI: 10.1134/S1022795419120081.
4. Grigoryev A.I. Most Ancient (Prehistoric) Water Routes of North Eurasia According to Data of Toponymy. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 7: Geologiya. Geografiya = Vestnik of Saint Petersburg University. Series 7. Geology. Geography*, 2014, no. 1, pp. 136–146. (In Russian). EDN: SAFXWB.
5. Borovsky A.V., Rakovskaya E.E., Karteeva I.I. Study of the Correlation between Toponyms of the Irkutsk Region and Sanskrit Words. *Izvestiya Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Baikal State University*, 2022, vol. 32, no. 3, pp. 610–622. (In Russian). EDN: UFJGAV. DOI: 10.17150/2500-2759.2022.32(3).610-622.
6. Borovsky A.V., Rakovskaya E.E. Research of Toponyms of the Irkutsk Region Using the Method of Artificial Intelligence. *Izvestiya Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Baikal State University*, 2021, vol. 31, no. 3, pp. 382–390. (In Russian). EDN: UMPHVE. DOI: 10.17150/2500-2759.2021.31(3).382-390.
7. Borovsky A.V., Rakovskaya E.E. Mathematical Methods for the Study of Toponyms with Lost Semantics. *System Analysis & Mathematical Modeling*, 2021, vol. 3, no. 3, pp. 176–187. (In Russian). EDN: BNDFIP. DOI: 10.17150/2713-1734.2021.8(3).176-187.
8. Thomsen V. Den Gotiske Sprogklasses Indflydelse på den Finske: en Sproghistorisk Undersøgelse. København, Gyldendal, 1869.
9. Melnichuk A.S. On the universal relationship of the languages of the world. *Voprosy jazykoznaniya = Topics in the Study of Language*, 1991, no. 2, pp. 27–42. (In Russian).
10. Swadesh M. Towards Greater Accuracy in Lexicostatistic Dating. *International Journal of American Linguistics*, 1955, vol. 21, no. 2, pp. 121–137.

11. Dolgopolskii A.B. The hypothesis of the oldest relationship of the language families of Northern Eurasia from a probabilistic point of view. *Voprosy jazykoznanija = Topics in the Study of Language*, 1964, no. 2, pp. 64–69. (In Russian).
12. Nosovskii N.G., Fomenko A.T., Fomenko T.N. Russian roots of "Ancient" Latin. Languages and writing of the Great Empire. Moscow, April Publ., 2012. 608 p.
13. Lyashevskaya O.N., Sharov S.A. *A New Frequency Dictionary of Russian Vocabulary*. Moscow, Slovarei.ru Publ., 2012. 1087 p.
14. Shagdarov L.D., Cheremisov K.M. Buryat-Orod Toli. Buryat-Russian Dictionary. Ulan-Ude, Respublikanskaya tipografiya Publ., 2008. 2 vol.
15. Kessler B. Word Similarity Metrics and Multilateral Comparison. *Proceedings of Ninth Meeting of the ACL Special Interest Group in Computational Morphology and Phonology*, 2007, pp. 6–14.
16. Ratcliff J.W., Metzner D.E. Pattern-Matching-the Gestalt Approach. *Dr. Dobbs's Journal*, 1988, vol. 13, no. 7, pp. 46.
17. Novitskii B. The English know absolutely nothing about their language and origin. Available at: https://dzen.ru/a/YzBP8Q_iCgqxLGCI. (In Russian).
18. Omelchenko V.V. Methodological Aspects of Complex Analysis of Root System and Image and Sense Content of Words of Various Languages. *Vestnik RUDN. Seriya: Teoriya yazyka. Semiotika. Semantika = RUDN Journal of Language Studies, Semiotics and Semantics*, 2015, no. 3, pp. 146–158. (In Russian). EDN: UHITLT.
19. Nosovskii G., Fomenko A. *New chronology of Rus'*. Moscow, 2020.

Информация об авторах

Боровский Андрей Викторович — доктор физико-математических наук, профессор кафедры математических методов и цифровых технологий, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: andrei-borovskii@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2119-1072>, SPIN-код: 7243-8706, AuthorID РИНЦ: 22229.

Братищенко Владимир Владимирович — кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры математических методов и цифровых технологий, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: vbrat56@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7755-4170>, SPIN-код: 4131-7181, AuthorID РИНЦ: 280037.

Раковская Елена Евгеньевна — аспирант, кафедра математических методов и цифровых технологий, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: rakovskaya19@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2493-8699>, SPIN-код: 1945-0473, AuthorID РИНЦ: 1097855.

Information about the Authors

Andrei V. Borovsky — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Mathematical Methods and Digital Technologies, Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: andrei-borovskii@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2119-1072>, SPIN-Code: 7243-8706, AuthorID RSCI: 22229.

Vladimir V. Bratishchenko — PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematical Methods and Digital Technologies, Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: vbrat56@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7755-4170>, SPIN-Code: 4131-7181, AuthorID RSCI: 280037.

Elena E. Rakovskaya — PhD Student, Department of Mathematical Methods and Digital Technologies, Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: rakovskaya19@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2493-8699>, SPIN-Code: 1945-0473, AuthorID RSCI: 1097855.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the Authors

The authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Для цитирования

Боровский А.В. Изучение связи между русским и бурятским языками методом матрицы мер близости между консонантными классами слов / А.В. Боровский, В.В. Братищенко, Е.Е. Раковская. — DOI 10.17150/2713-1734.2023.5(1).19-33. — EDN CEMRYO // System Analysis & Mathematical Modeling. — 2023. — Т. 5, № 1. — С. 19–33.

For Citation

Borovsky A.V., Bratishchenko V.V., Rakovskaya E.E. The Study of the Relationship Between the Russian and Buryat Languages Using the Matrix of Proximity Measures Between Consonant Word Classes. *System Analysis & Mathematical Modeling*, 2023, vol. 5, no. 1, pp. 19–33. (In Russian). EDN: CEMRYO. DOI: 10.17150/2713-1734.2023.5(1).19-33.