ITHEA

International Journal INFORMATION CONTENT & PROCESSING

2018 Volume 5 Number 3

International Journal
INFORMATION CONTENT & PROCESSING
Volume 5 / 2018, Number 3

EDITORIAL BOARD

Editor in chief: **Krassimir Markov** (Bulgaria)

Abdel-Badeeh M. Salem (Egypt)
Abdelmgeid Amin Ali (Egypt)
Albert Voronin (Ukraine)
Alexander Eremeev (Russia)
Alexander Palagin (Ukraine)
Alexey Petrovskiy (Russia)
Alexey Voloshin (Ukraine)
Alfredo Milani (Italy)
Anatoliy Gupal (Ukraine)
Anatoliy Krissilov (Ukraine)
Arnold Sterenharz (Germany)
Benoa Depaire (Belgium)
Diana Bogdanova (Russia)
Dmitro Buy (Ukraine)
Elena Zamyatina (Russia)
Ekaterina Solovyova (Ukraine)
Evgeniy Bodyansky (Ukraine)
Galyna Gayvoronska (Ukraine)
Galina Setlac (Poland)
Gordana Dodig Crnkovic (Sweden)
Gurgen Khachatryan (Armenia)
Hasmik Sahakyan (Armenia)
Irina Artemieva (Russia)
Yurii Krak (Ukraine)
Elguja Meqvabishvili (Georgia)
Juan Castellanos (Spain)
Koen Vanhoof (Belgium)
Krassimira B. Ivanova (Bulgaria)
Levon Aslanyan (Armenia)
Luis Fernando de Mingo (Spain)
Liudmila Cheremisinova (Belarus)
Lyudmila Lyadova (Russia)
Mark Burgin (USA)
Martin P. Mintchev (Canada)
Mikhail Alexandrov (Russia)
Nadiia Volkovych (Ukraine)
Nataliia Kussul (Ukraine)
Natalia Ivanova (Russia)
Natalia Pankratova (Ukraine)
Olga Nevzorova (Russia)
Oleksandr Stryzhak (Ukraine)
Olena Chebanyuk (Ukraine)
Oleksandr Trofymchuk (Ukraine)
Orly Yadid-Pecht (Israel)
Pedro Marijuan (Spain)
Rafael Yusupov (Russia)
Sergey Krivii (Ukraine)
Tatyana Gavrilova (Russia)
Vadim Vagin (Russia)
Valeria Gribova (Russia)
Vasil Sgurev (Bulgaria)
Vitalii Velychko (Ukraine)
Vitaliy Snituk (Ukraine)
Vladimir Jotsov (Bulgaria)
Vladimir Ryazanov (Russia)
Vladimir Shirokov (Ukraine)
Xenia Naidenova (Russia)
Yuriy Zaichenko (Ukraine)
Yurii Zhuravlev (Russia)
Zurab Munjishvili (Georgia)

IJ ICP is official publisher of the scientific papers of the members of the ITHEA® International Scientific Society

IJ ICP rules for preparing the manuscripts are compulsory.
The **rules for the papers** for ITHEA International Journals as well as the **subscription fees** are given on www.ithea.org .
The papers should be submitted by ITHEA® Submission system http://ij.ithea.org .
Responsibility for papers published in IJ IMA belongs to authors.

International Journal "INFORMATION CONTENT AND PROCESSING" Volume 5, Number 3, 2018

Edited by the **Institute of Information Theories and Applications FOI ITHEA**, Bulgaria,
in collaboration with: University of Telecommunications and Posts, Bulgaria,
V.M.Glushkov Institute of Cybernetics of NAS, Ukraine, Universidad Politécnica de Madrid, Spain,
Hasselt University, Belgium, University of Perugia, Italy,
Institute for Informatics and Automation Problems, NAS of the Republic of Armenia
St. Petersburg Institute of Informatics, RAS, Russia,

Publisher: **ITHEA®** Sofia, 1000, P.O.B. 775, Bulgaria. www.ithea.org , e-mail: office@ithea.org
Technical editor: **Ina Markova**
Printed in Bulgaria
Copyright © 2018 All rights reserved for the publisher and all authors.
® 2014 – 2018 "Information Content and Processing" is a trademark of ITHEA®
® ITHEA is a registered trade mark of FOI-Commerce Co.
ISSN 2367-5128 (printed) **ISSN 2367-5152 (online)**

О «ГЕНЕТИЧЕСКОЙ БЛИЗОСТИ» НАРОДОВ

Й. Табов, Н. Събева-Колева, Г. Гачев

Аннотация. *Анализ ДНК - это хорошо зарекомендовавший себя научный метод, который становится все более популярным на практике. Он используется и для сравнения* ***«генетической близости»*** *народов. Здесь предлагается подход к такому сравнению, основанный на подсчете и сравнении „генетических расстояний" между народами по данным генетических исследований, опубликованным на сайте Eupedia. Он дает возможность для построения наглядных схем, отражающих полученные результаты. В качестве примера приведены результаты сравнений трех групп соседних стран: 1) Болгария, Сербия, Греция, Македония, Турция и Румыния; 2) Босния, Сербия, Хорватия и Черногорье; 3) Чехия, Словакия, Польша и Германия.*

Проблемы наглядности «генетической близости» народов

Изучение генетических связей и происхождение народов является одним из интересных и важных современных применений анализа ДНК. Результаты таких исследований чаще всего представлены либо в виде «древовидной схемы», аналогичной семейным деревьям (**рис. 1**), либо как точки в плоскости, сгруппированных по «близости» (**рис. 2**), либо в виде таблицы с данными о проценте преобладающих гаплогрупп (**рис. 3**).

Пример на **рис. 1** показывает недостатки использования “дерева народов”: он подводит нас к мысли, что грузины и иранцы являются ближайшими (или одними из ближайших) “родственников” болгар. То же самое можно сказать и о представлении на **рис. 2:** там видим болгар и македонцев рядом с иранцами и далеко от румын, а чувашей – недалеко от датчан и итальянцев.

В то же время таблица на **рис. 3**, составленная только из числовых данных о соответствующих народах, скорее всего является и объективной, и достаточно точной, но не дает хорошего “наглядного представления” об относительной близости или удаленности представленных в ней народов.

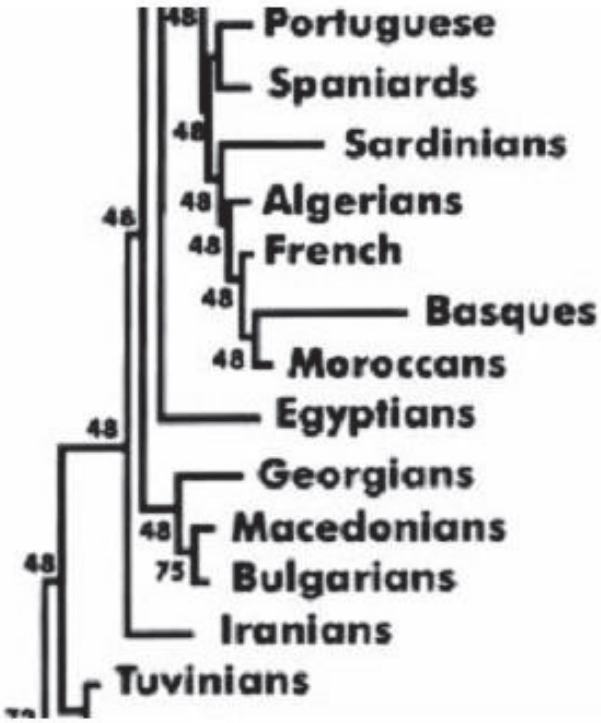


Рис. 1. “Генетическое семейное дерево народов”, отражающее результаты генетических исследований.

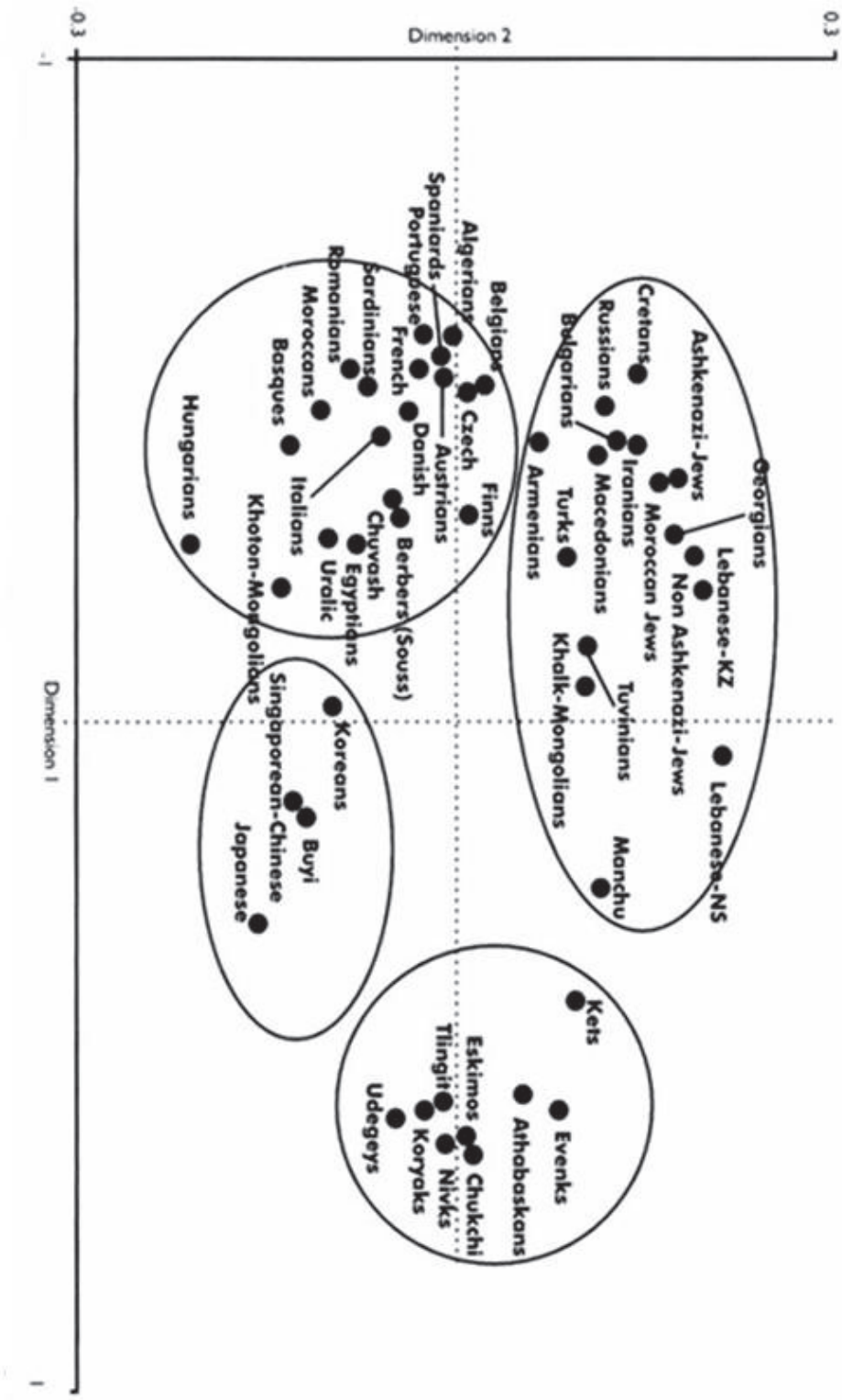


Рис. 2. Группировка народов, представленных в виде точек на плоскости, в соответствии с их генетической близости.

	Y-хромозомни хаплогрупи												
Country/Region	I1	I2*/I2a	I2b	R1a	R1b	G	J2	J*/J1	E1b1b	T	Q	N
Bulgaria	4	20	2	17	11	5	11	3	23,5	1,5	0,5	0,5
Macedonia	3	23	1,5	13,5	12,5	4	14	2	21,5	1,5	0,5	0,5
Greece	3,5	9,5	1,5	11,5	15,5	6,5	23	3	21	4,5	0	0
Romania	4,5	26	2,5	17,5	12	5	13,5	1,5	15	0,5	0,5	0,5
Spain	1,5	4,5	1	2	69	3	8	1,5	7	2,5	0	0
Portugal	2	1,5	3	1,5	56	6,5	9,5	3	14	2,5	0,5	0
Belgium	12	3	4,5	4	61	4	4	1	5	1	0,5	0
France	8,5	3	3,5	3	58,5	5,5	6	1,5	7,5	1	0,5	0
Italy	4,5	3	2,5	4	39	9	15,5	3	13,5	2,5	0	0
Switzerland	14	1,5	8	3,5	50	7,5	3	0,5	7,5	0,5	1,5	1
South Germany	10,5	4,5	3	9,5	48,5	8	5,5	1	8	1,5	0,5	0,5
Austria	12	7	2,5	19	32	7,5	9	1	8	1	0,5	0,5
Czech Republic	11	9	4	34	22	5	6	0	6	1	1,5	0,5
Montenegro	6	29,5	1,5	7,5	9,5	2,5	9	0,5	27	0	2	1,5
Serbia	8,5	33	0,5	16	8	2	8	0,5	18	1	1,5	2
Hungary	8,5	16	2	29,5	18,5	3,5	6,5	3	8	0	0	0,5

Рис. 3. Таблица, которая показывает содержание (в %) 12-ти У-хромозомных гаплогрупп в соответствующих популяциях по данным проекта EUPEDIA.

Можно ли сочетать точность числовых данных в таблице на **рис. 3** с наглядностью схем на **рис. 1** и **рис. 2**? Ниже мы предлагаем способ осуществить это.

Сравнение народов: Болгария, Македония, Сербия и Греция

Сравнение данных в таблице на **рис. 3** показывает, что ближе всего к „болгарской строке" является „македонская строка". Можно ли сравнить эту „близость" с „расстояниями" между остальными строками? Этого можно добиться путем сравнения „генетических расстояний". Для этой цели мы будем интерпретировать числа в каждой строке как координаты точки в 12-мерном евклидовом пространстве, а расстояние между ними будет играть роль генетического расстояния. (О народах, для которых сумма процентов данных в таблице 12-ти У-хромозомных гаплогрупп меньше 95%, формально получаются большие отклонения от значений, подсчитанных для большего количества У-хромозомных гаплогрупп, поэтому мы их игнорируем.)

Для того чтобы сравнить (генетически) народы Болгарии, Македонии, Сербии и Греции, подсчитаем „генетиче

кие расстояния" между ними; результат показан в таблице на **рис. 4.**

	Македония	Сербия	Греция
Болгария	**6**	**16**	**18**
Македония		**15**	**17**
Сербия			**31**

Рис. 4. Таблица генетических расстояний между народами стран: Болгария, Македония, Сербия и Греция.

Теперь можно представить наглядно сравнение генетических расстояний (длины отрезков, соединяющих соответствующие точки) для троек стран:

1) Болгария, Македония, Сербия и 2) Болгария, Македония, Греция – на **рис. 5**.

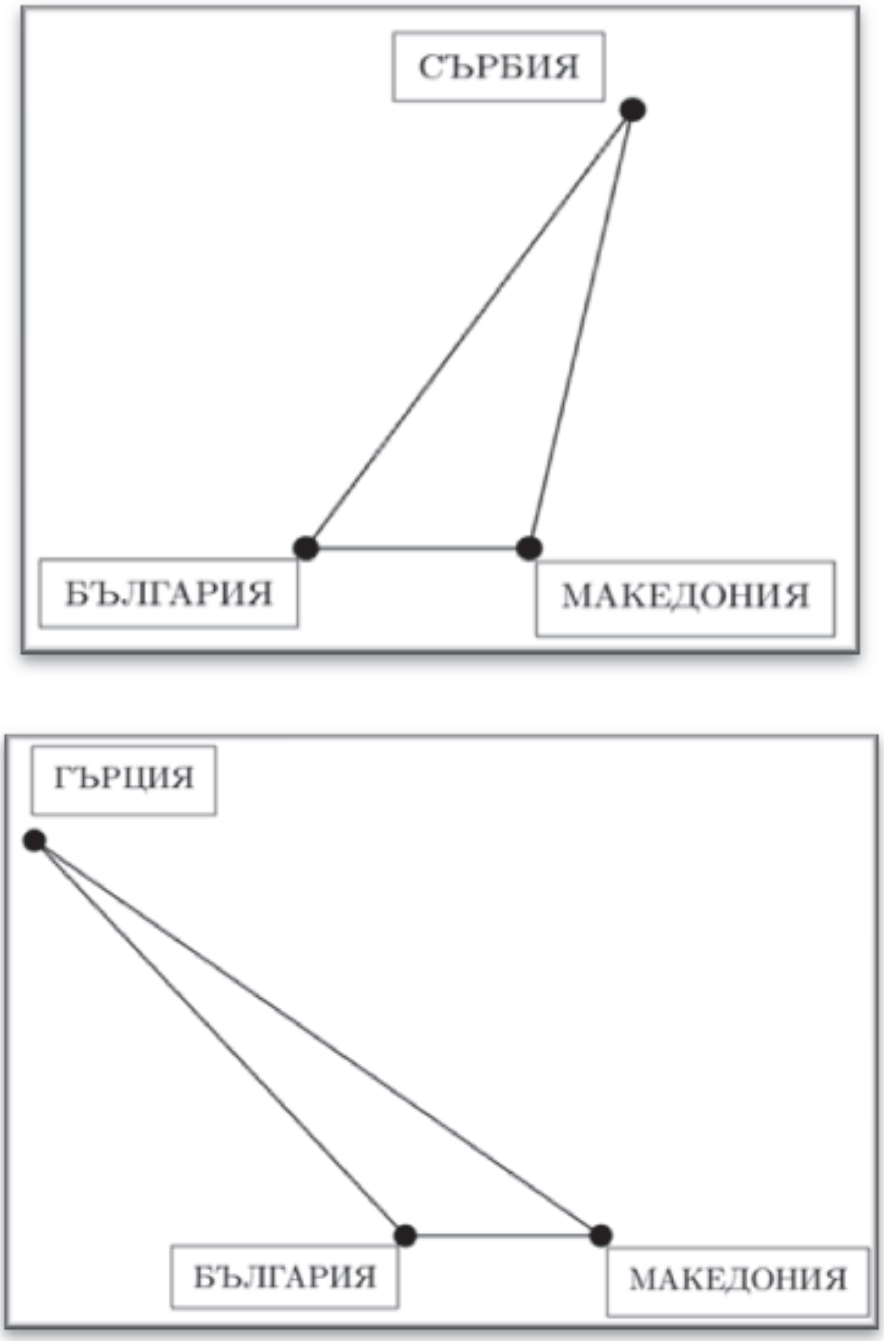


Рис. 5. Наглядное сравнение генетических расстояний для троек стран: 1) Болгария, Македония, Сербия (слева) и 2) Болгария, Македония, Греция (справа).

Подобная двумерная визуализация генетических расстояний для четырех и более стран не всегда целесообразна. Точки в многомерном пространстве, соответствующие процентам У-хромозомных гаплогрупп для каждого народа, в большинстве случаев расположены так, что при проектировании их на плоскость соотношения расстояний между ними меняются значительно. Это дает возможность для спекуляций, которые вовсе не являются редкостью при истолковании результатов генетических исследований. Но в данном случае для четверки Болгария, Македония, Греция и Сербия с небольшой ошибкой получается проекция на плоскости как на **рис. 6**.

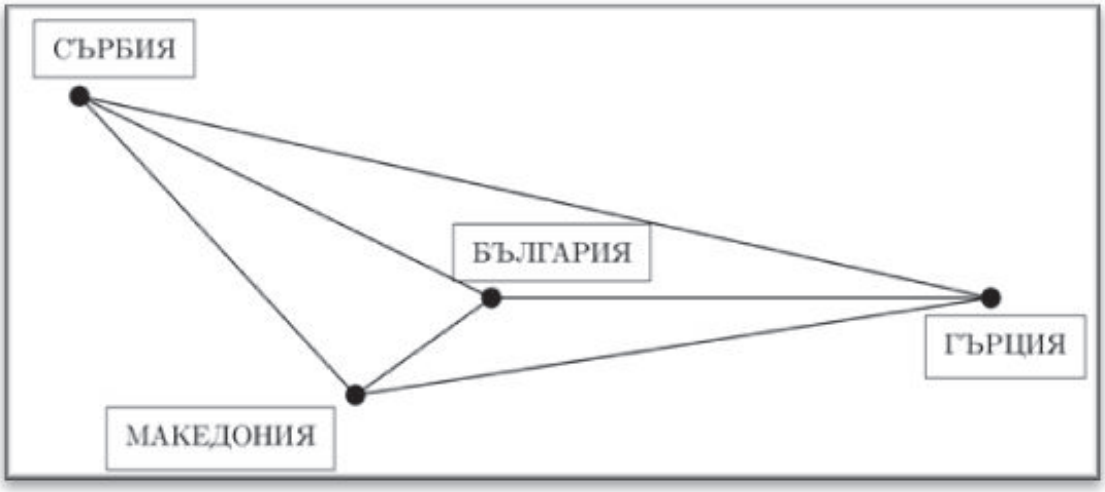


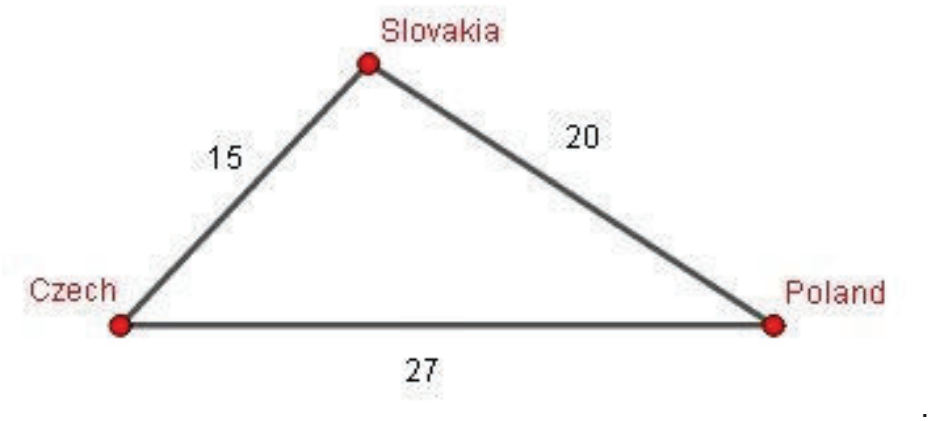
Рис. 6. Наглядное сравнение генетических расстояний для четверки стран: Болгария, Македония, Сербия и Греция.

Генетическое расстояние между народами Македонии и Болгарии определенно меньше расстояния между народом Болгарии и народами других его соседей – Сербии, Греции, Румынии. Появляется вопрос:

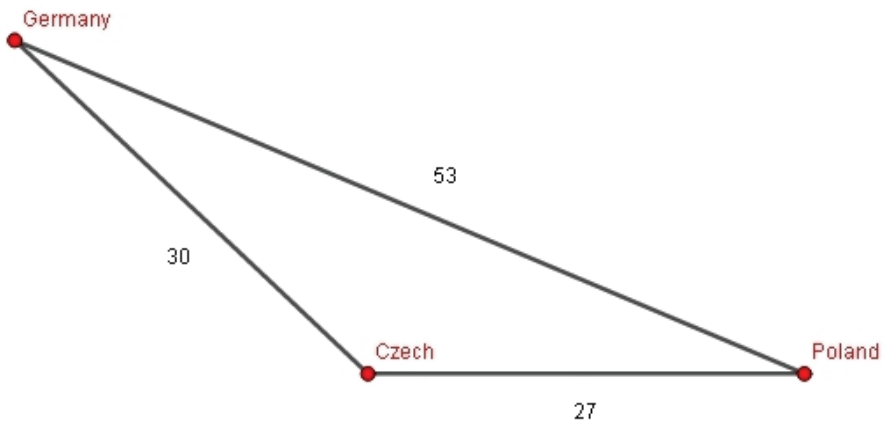
большим или маленьким является оно по *сравнению с остальными расстояниями между соседними народами в Европе*?

Чтобы подготовиться к исследованию этого вопроса, рассмотрим еще два примера.

Сравнение народов: чехи, поляки, словаки и немцы

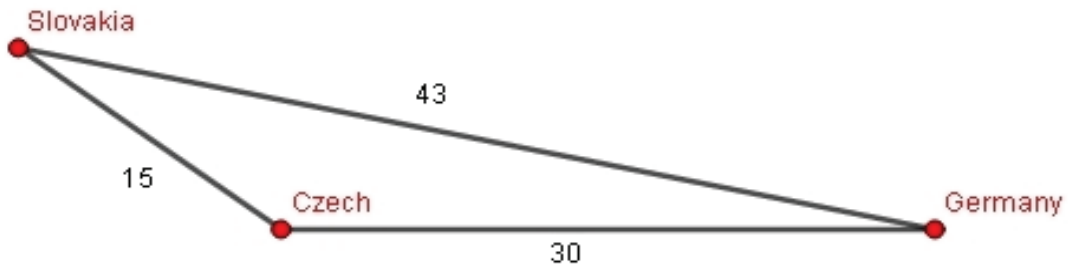


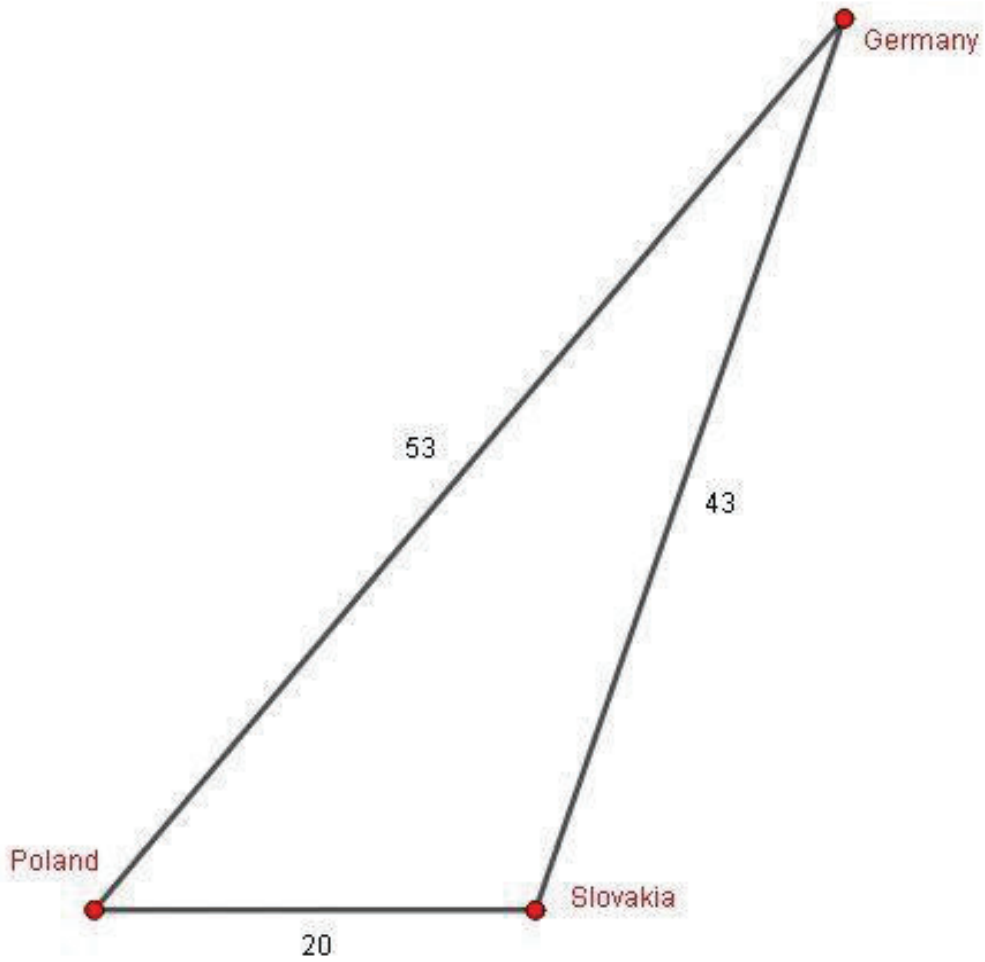
a)



b)

Рис. 7. a) Наглядное изображение „генетических расстояний” между чехами, поляками и словаками; **b)** Наглядное изображение „генетических расстояний” между чехами, поляками и немцами;





a)

b)

Рис. 8. a) Наглядное изображение „генетических расстояний” между чехами, немцами и словаками; **b)** Наглядное изображение „генетических расстояний” между поляками, словаками и немцами.

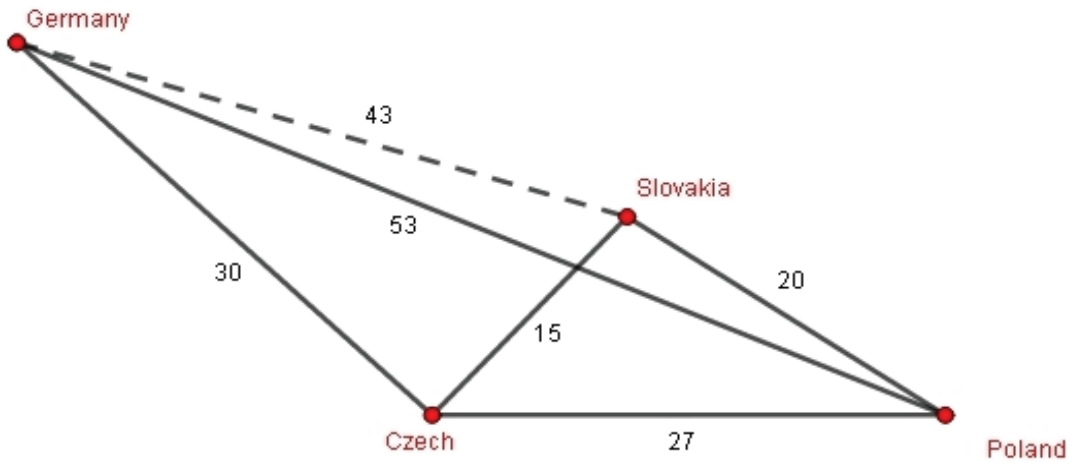


Рис. 9. Наглядное изображение (с небольшим искажением – пунктирная линия должна быть немного длиннее) „генетических расстояний” между чехами, поляками, словаками и немцами.

Сравнение народов: сербы, хорваты, боснийцы-герцеговинцы и черногорцы

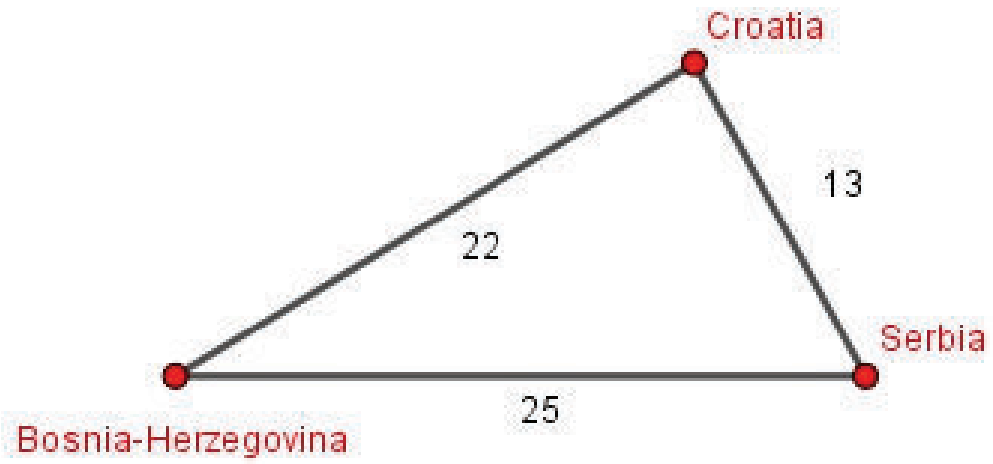
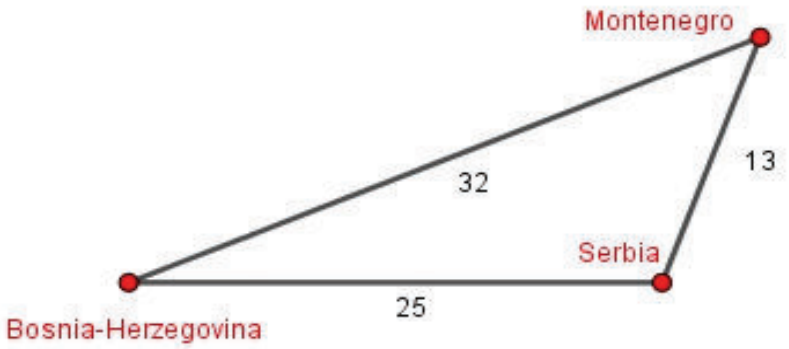


Рис. 10. а) Наглядное изображение „генетических расстояний” между боснийцами-герцеговинцами, сербами и хорватами;



b)

Рис. 10. b) Наглядное изображение „генетических расстояний” между сербами, боснийцами-герцеговинцами и черногорцами.

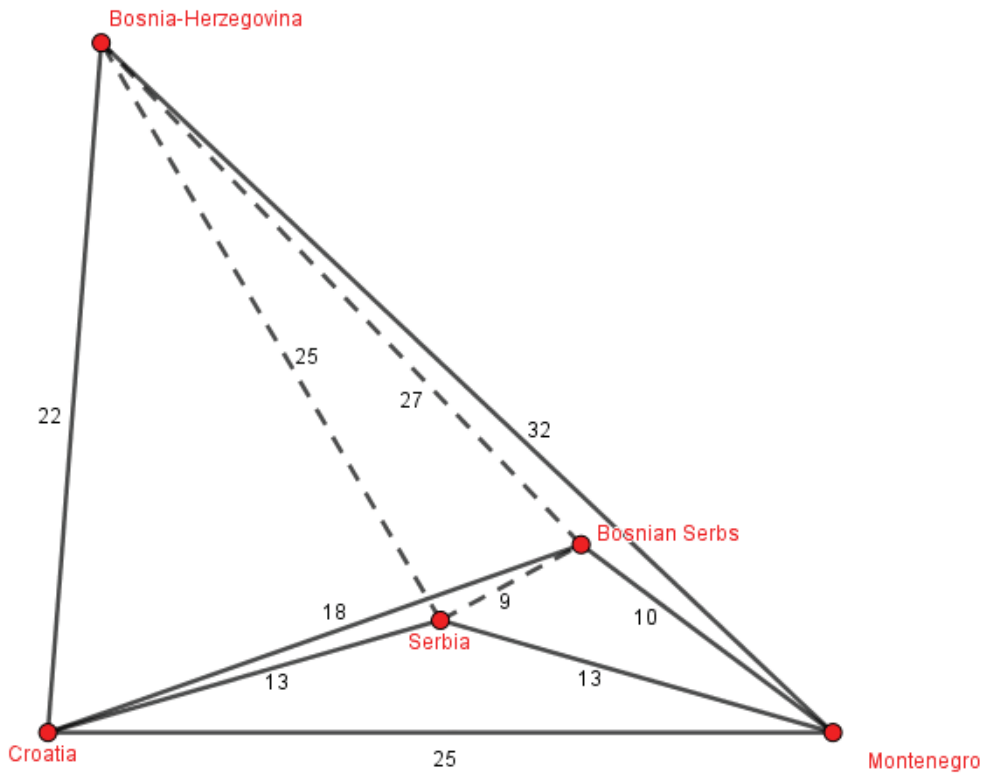


Рис. 11. Наглядное изображение (с небольшим искажением – пунктирные линии должны быть немного длиннее) „генетических расстояний” между сербами, хорватами, боснийцами-герцеговинцами, черногорцами и боснийскими сербами.

Генетические расстояния между соседними народами

Македония, Греция и Сербия являются соседними для Болгарии странами и поэтому е естественно ожидать, что расстояния между этими четырьмя народами относительно малы по сравнению со средним расстоянием между разными народами. Это ожидание оправдывается – вообще среднее генетическое расстояние между соседними народами меньше среднего расстояния между народами.

Чтобы оценить насколько близки Болгария и Македония на фоне остальных пар соседних европейских народов, мы сравнили генетические расстояния в большой случайной выборке пар соседних европейских народов (включая и расстояния между обособленными областями в пределах одного государства), состоящей из 43 пар. Восемь наименьших и десять наибольших расстояний для этой выборки показаны на **рис. 11**.

Распределение (по величине) генетических расстояний между парами соседних европейских народов (**рис. 12**) позволяет сравнить генетическую близость Болгарии и Македонии с соседними народами: это – одна из наболее близких друг к другу пар стран.

	Соседние государства	**Генетическое расстояние**
1	Франция - Бельгия	5,77
2	Западная-Южная Германия	5,94
3	Болгария- Македония	6,30
4	Восточная-Северная Германия	6,78
5	Южная Германия-Швейцария	9,68
6	Болгария - Румыния	10,93
7	Венгрия-Словения	11,51
8	Сербия-Румыния	11,83

Рис. 11. Восемь наименьших и десять наибольших расстояний для рассматриваемой выборки.

4	Южная-Северная Германия	21,66
35	Франция-Италия	23,27
36	Сербия-Босна	24,71
37	Австрия-Швейцария	25,82
38	Сербия-Венгрия	26,46
39	Чехия-Польша	26,63
40	Австрия-Словения	28,95
41	Австрия-Словакия	31,54
42	Босна-Черногорье	32,12
43	Вост. Германия-Польша	42,37

Рис. 11. Восемь наименьших и десять наибольших расстояний для рассматриваемой выборки.

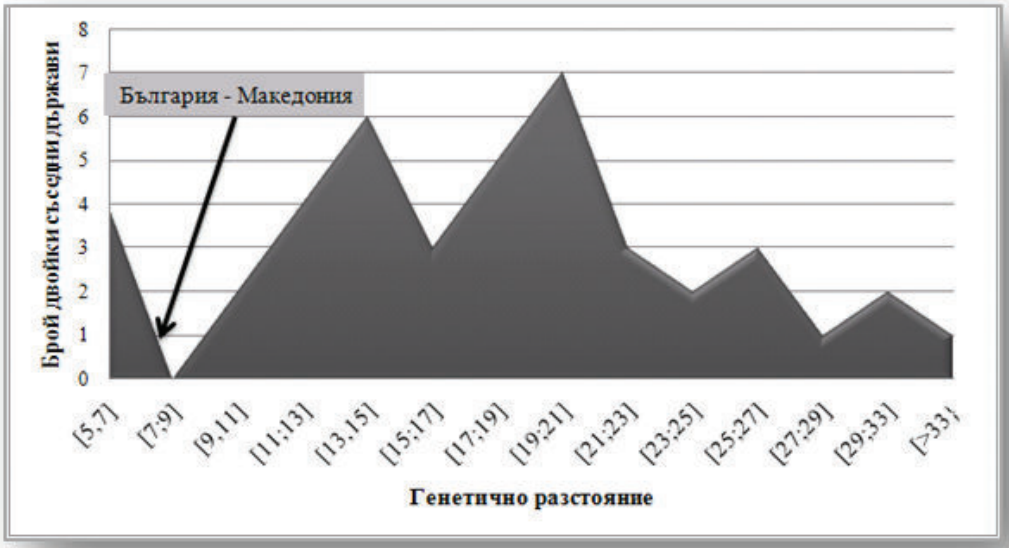


Рис. 12. Распределение (по величине) генетических расстояний между парами соседних европейских народов из рассматриваемой выборки: по абсциссе отмечены интервалы расстояний, а по ординате – число пар с соответствующими расстояниями в указанном интервале.

Гипотеза

На основе наблюдений, сделанных в ходе представленных выше исследований, можно предложить следующую гипотезу: процессы изменения в соотношениях гаплогрупп на территории Европы были близкими к диффузионным: можно сказать, что ведущее место занимал „обмен гаплогруппами” между соседними народами. Скорее всего, влияние переселений на эти процессы было менее заметным.

Authors' Information

Jordan Tabov, *Prof. DSci - Institute of Mathematics and Informatics, Bulgarian Academy of Sciences.*

e-mail: *tabov@math.bas.bg*

Невена Събева-Колева *- Institute of Mathematics and Informatics, Bulgarian Academy of Sciences.*

Георги Гачев *- Institute of Mathematics and Informatics, Bulgarian Academy of Sciences.*

On the "genetic proximity" of peoples

Y. Tabov, N. Sabeva-Koleva, G. Gachev

Annotation*. DNA analysis is a well-established scientific method that is becoming increasingly popular in practice. It is also used to compare the "genetic proximity" of peoples. Here we propose an approach to such a comparison, based on the calculation and comparison of "genetic distances" between peoples according to genetic studies published on the Eupedia website. It provides an opportunity to build visual schemes that reflect the results. As an example, the results of comparisons of three groups of neighboring countries are presented: 1) Bulgaria, Serbia, Greece, Macedonia, Turkey and Romania; 2) Bosnia, Serbia, Croatia and Montenegro; 3) Czech Republic, Slovakia, Poland and Germany.*