Теория гомологических рядов Вавилова с точки зрения теории гомологии и аналогии Оуэна

Александр Николаевич Кузнецов

Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН

sasakuzn@mail.ru

Телеграмма III Всероссийского селекционного съезда в г. Саратове в Совнарком А.В. Луначарскому и С.П. Середе:

«На Всероссийском селекционном съезде заслушан доклад проф. Н. И. Вавилова исключительного научного и практического значения с изложением новых основ теории изменчивости, основанной главным образом на изучении материала по культурным растениям. **Теория эта представляет крупнейшее событие в мировой биологической науке, соответствуя открытиям Менделеева в химии**, открывает самые широкие перспективы для практики. Съезд принял резолюцию о необходимости обеспечить развитие работ Вавилова в самом широком масштабе со стороны государственной власти».

THE LAW OF HOMOLOGOUS SERIES IN VARIATION.

1920 1922

By Professor N. I. VAVILOV,

Director of the Bureau of Applied Botany and Plant Breeding, Petrograd, Russia.

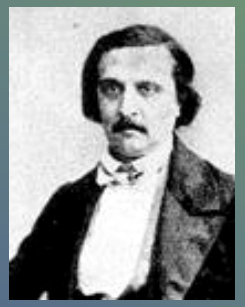
ПОЧЕМУ ОТКРЫТИЕ Н.И. ВАВИЛОВА НЕ СОВЕРШИЛО ТАКОГО ГЛОБАЛЬНОГО ПЕРЕВОРОТА В БИОЛОГИИ, КАК ПЕРВОНАЧАЛЬНО АНОНСИРОВАЛОСЬ?

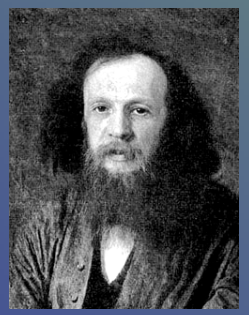
THE LAW OF HOMOLOGOUS SERIES IN VARIATION.

1920 1922

By Professor N. I. VAVILOV,

Director of the Bureau of Applied Botany and Plant Breeding, Petrograd, Russia.



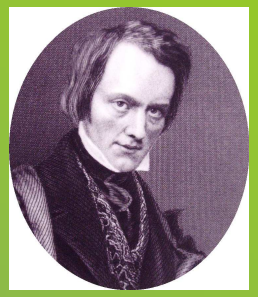


E. Geoffroy Saint-Hilaire
1822

W.S. MacLeay
1821

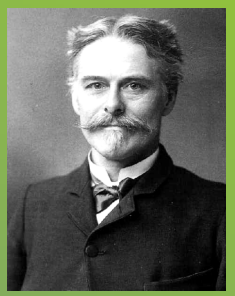
C.F. Gerhardt
1844

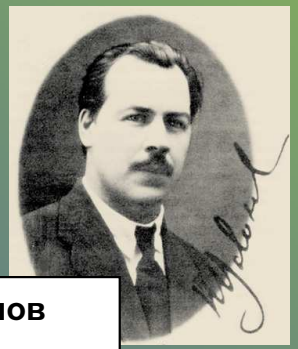
R. Owen
1849



Д.И. Менделеев
1869

E.D. Cope
1868

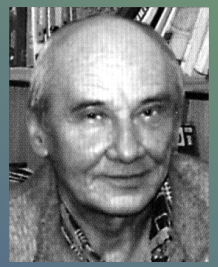




Н.А. Морозов
1907

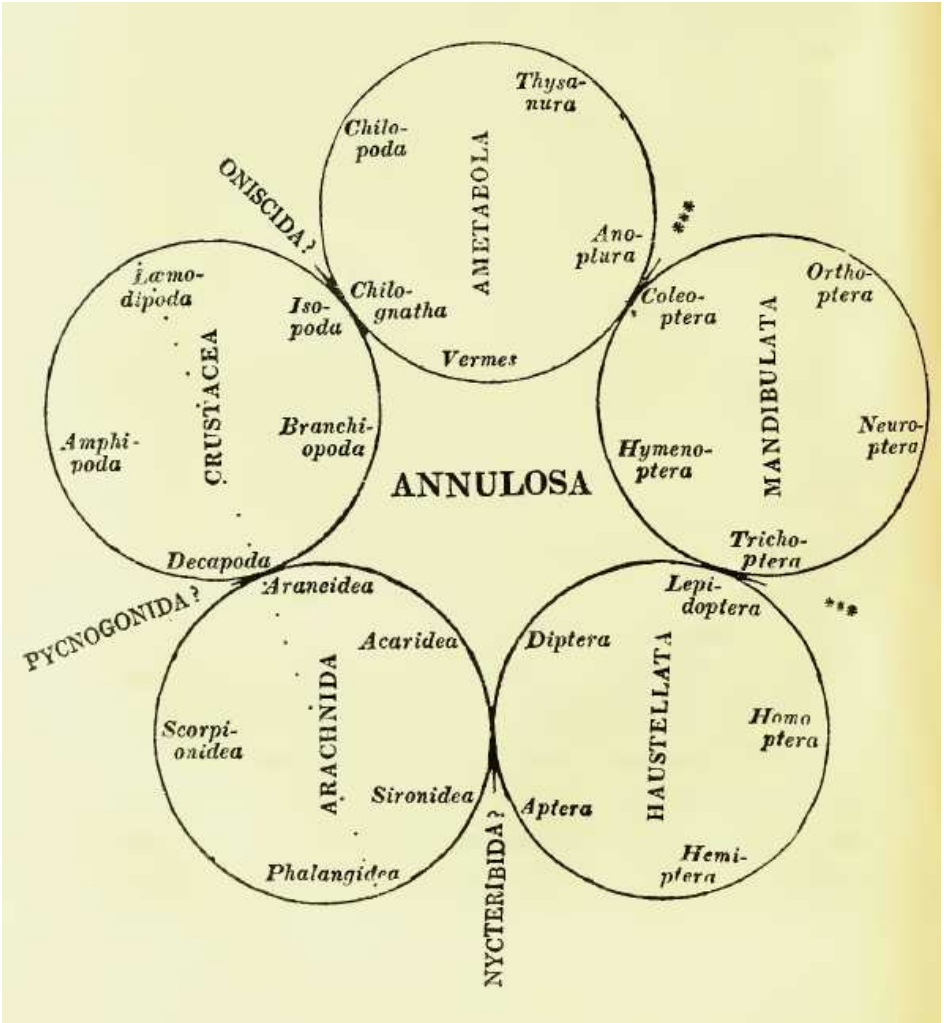
Н.И. Вавилов
1920

Е.В. Бабаев
1988

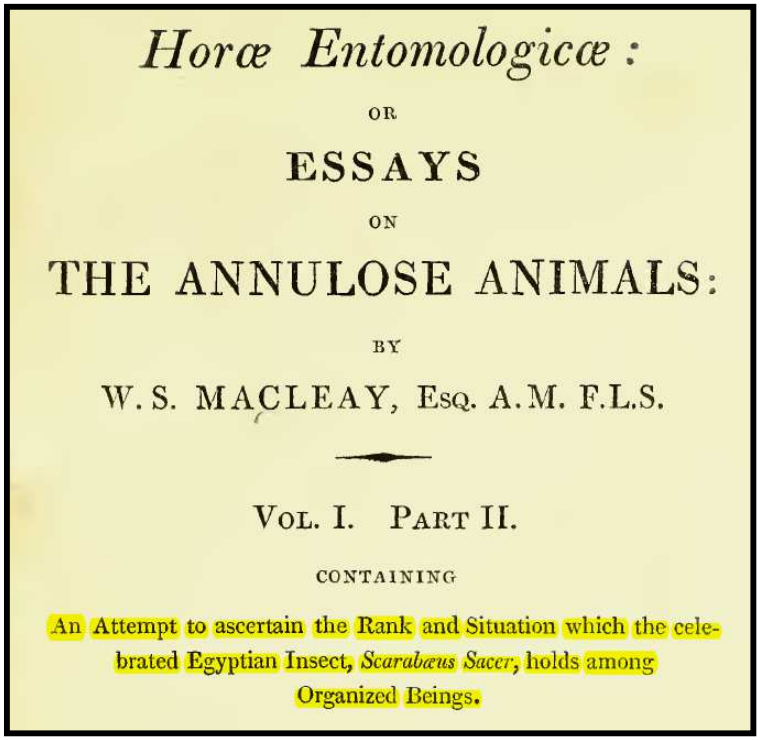


В.Я. Павлов
2000

Уильям Шарп МакЛей
«*Horæ Entomologicæ* или очерк членистых животных»
1821



КВИНАРНАЯ СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ



Horæ Entomologicæ:

OR

ESSAYS

ON

THE ANNULOSE ANIMALS:

BY

W. S. MACLEAY, Esq. A.M. F.L.S.

Vol. I. Part II.

CONTAINING

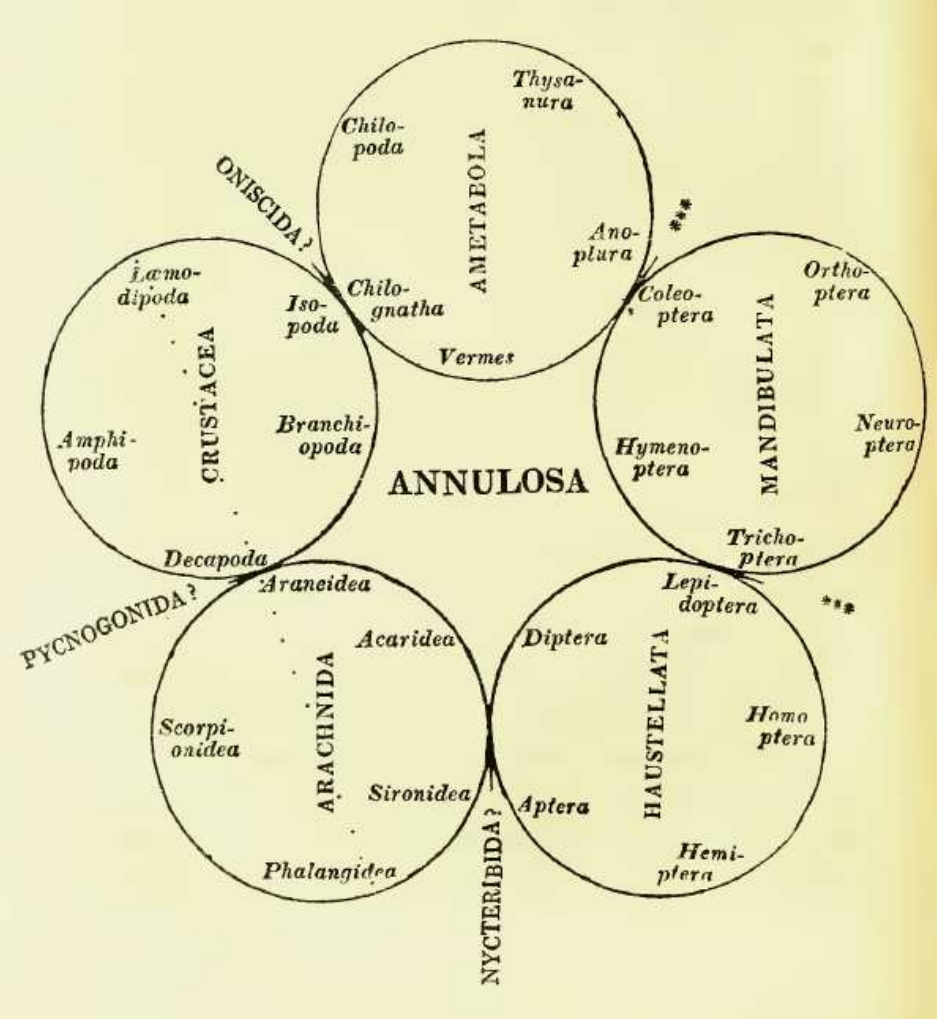
An Attempt to ascertain the Rank and Situation which the celebrated Egyptian Insect, *Scarabæus Sacer*, holds among Organized Beings.

В те времена считалось, что красота – признак истины, а симметрия – признак красоты.

Уильям Шарп МакЛей

«*Horæ Entomologicæ* или очерк членистых животных»

1821



MANDIBULATA.	*Relations of Analogy.*	HAUSTELLATA.
1. HYMENOPTERA *Linn.*	Metamorphosis incompleta vel coarctata. Larva apoda.	1. DIPTERA *Arist.*
Strepsiptera? *Kirby.*		Homaloptera *Leach.*
2. COLEOPTERA *Arist.*	Metamorphosis incompleta.	2. APTERA *Lam.*
Dermaptera *Degeer*, 3. ORTHOPTERA *Oliv.* Dictyoptera *Leach.*	Metamorphosis semicompleta.	3. HEMIPTERA *Linn.*
4. NEUROPTERA *Linn.*	Metamorphosis subsemicompleta.	4 HOMOPTERA *Degeer.*
5. TRICHOPTERA *Kirby.* Tenthredina.	Metamorphosis obtecta. Larva pedibus membranaceis. Imaginis os mandibulis abbreviatis incompletis, labio et maxillis ad basin saltem coalitis.	5. LEPIDOPTERA *Linn.*

АФФИННЫЕ ОТНОШЕНИЯ

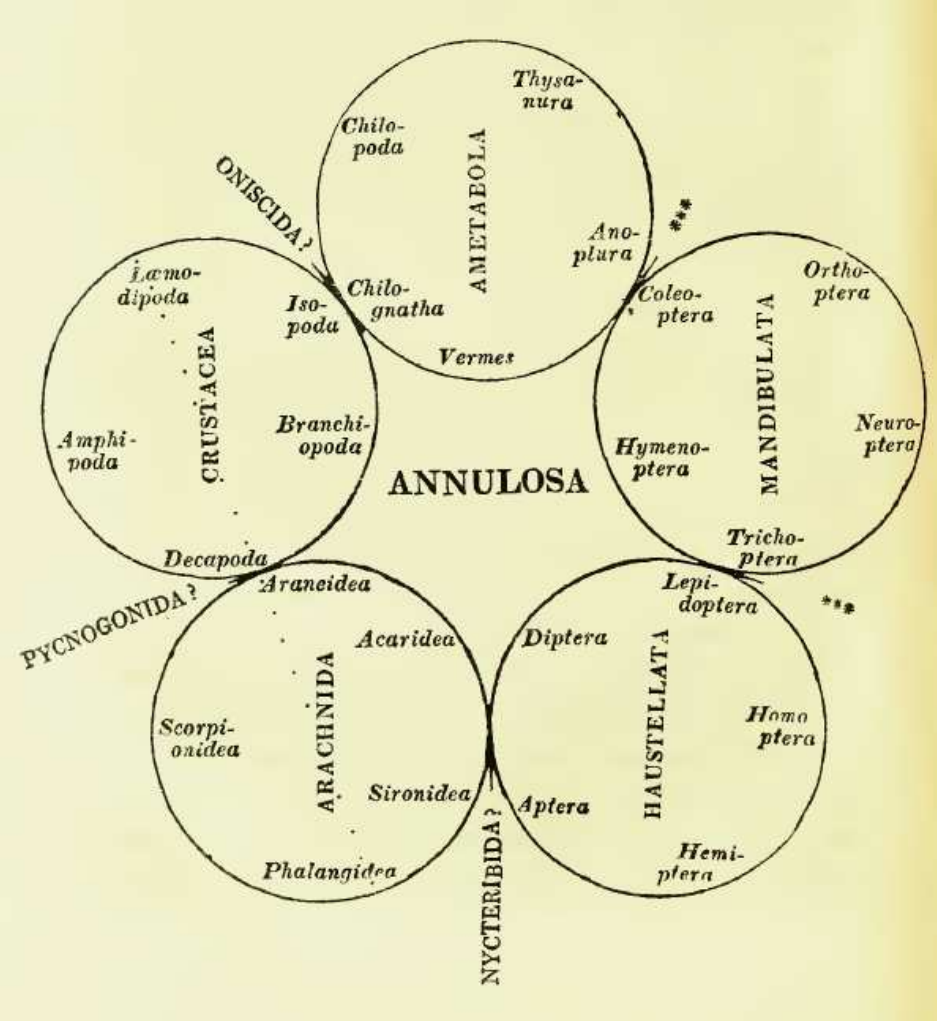
АНАЛОГИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ

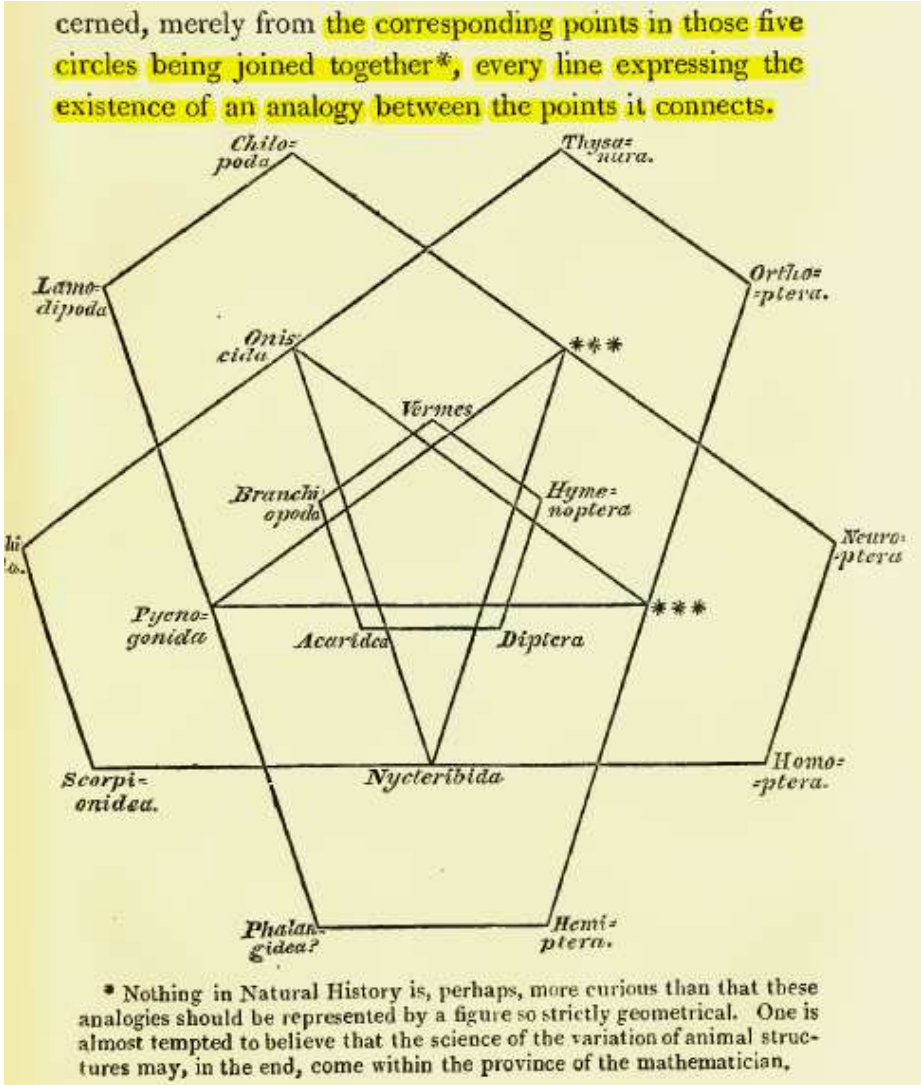
В те времена считалось, что красота – признак истины, а симметрия – признак красоты.

Уильям Шарп МакЛей

«*Horæ Entomologicæ* или очерк членистых животных»

1821





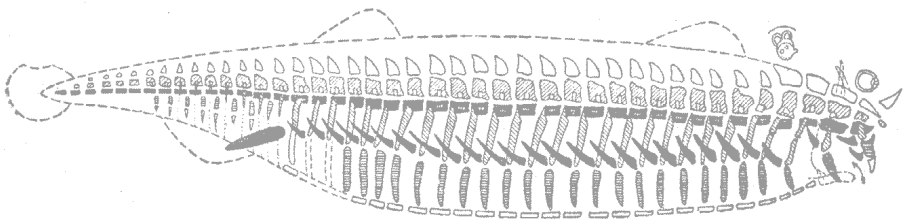
АФФИННЫЕ ОТНОШЕНИЯ

АНАЛОГИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ

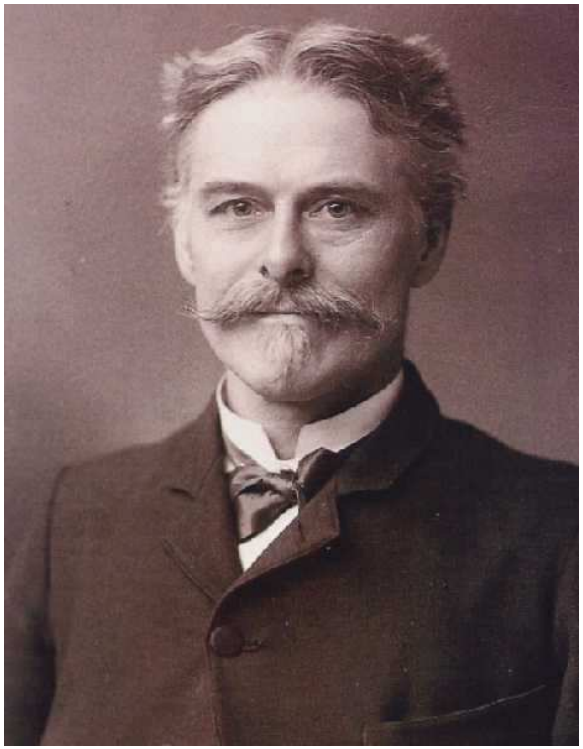
В те времена считалось, что красота – признак истины, а симметрия – признак красоты.

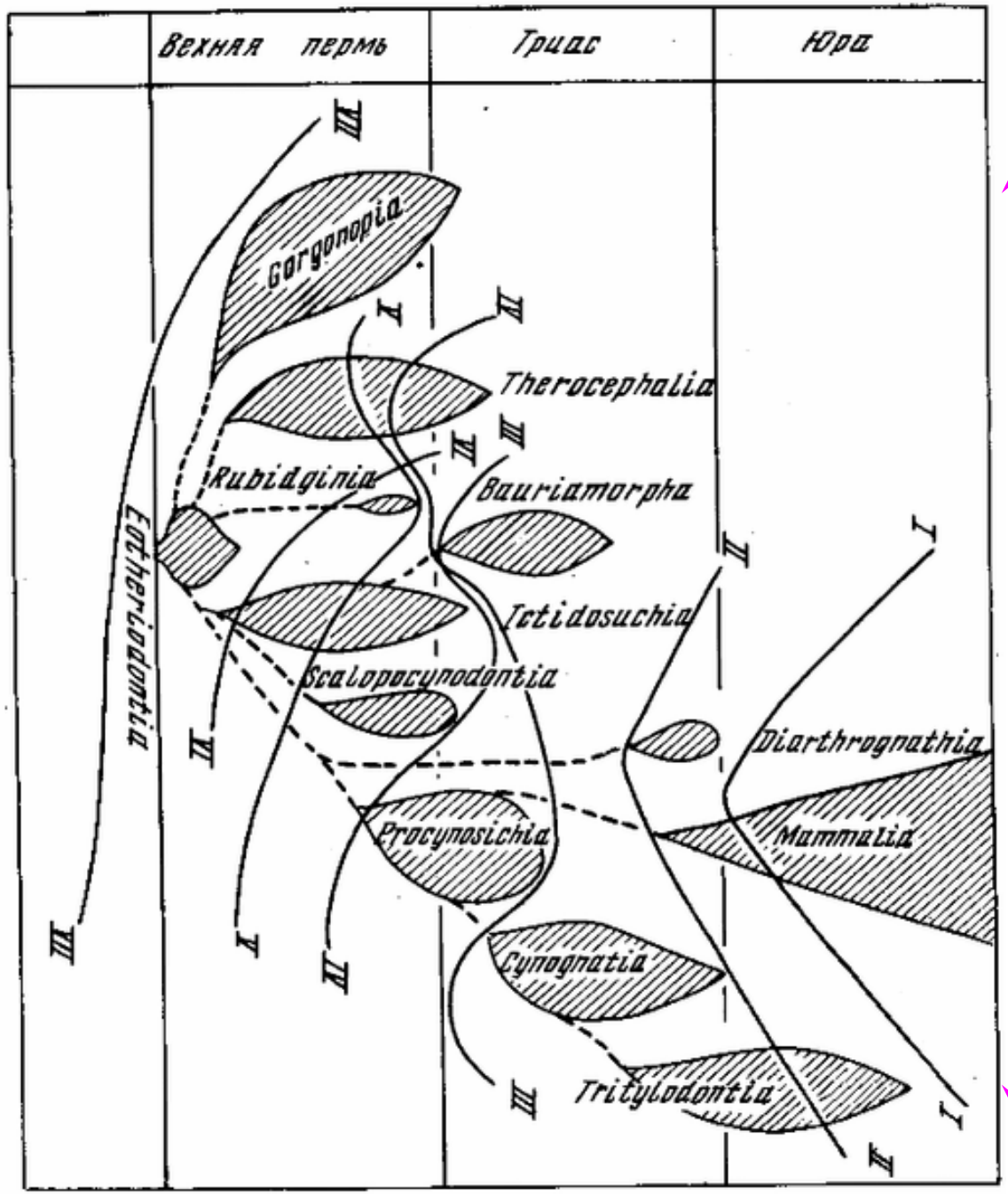
Ричард Оуэн
«О природе конечностей»
1849

1) разделил сходства на гомологии и аналогии вслед за МакЛеем;
2) разработал понятие «архетип» вслед за Гёте и Карусом;
3) разделил гомологии на общие, частные и сериальные.



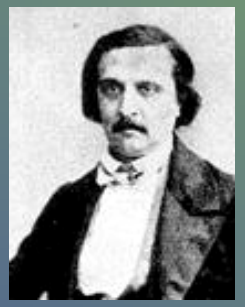
Эдвард Дринкер Коуп
«О происхождении РОДОВ»
1868

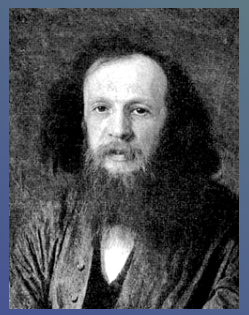




ГЕТЕРОЛОГИЧЕСКИЙ РЯД

ГОМОЛОГИЧЕСКИЙ
(= ГЕНЕТИЧЕСКИЙ) РЯД



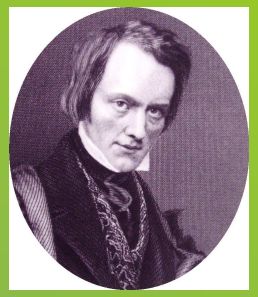


E. Geoffroy Saint-Hilaire
1822

W.S. MacLeay
1821

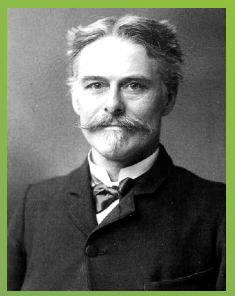
C.F. Gerhardt
1844

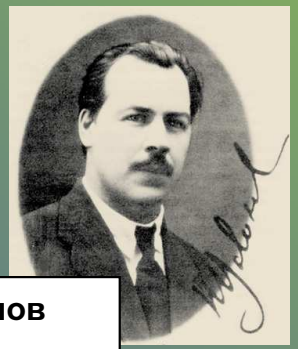
R. Owen
1849



Д.И. Менделеев
1869

E.D. Cope
1868

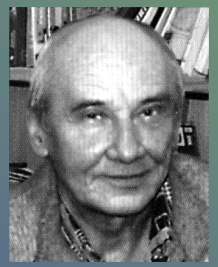




Н.А. Морозов
1907

Н.И. Вавилов
1920

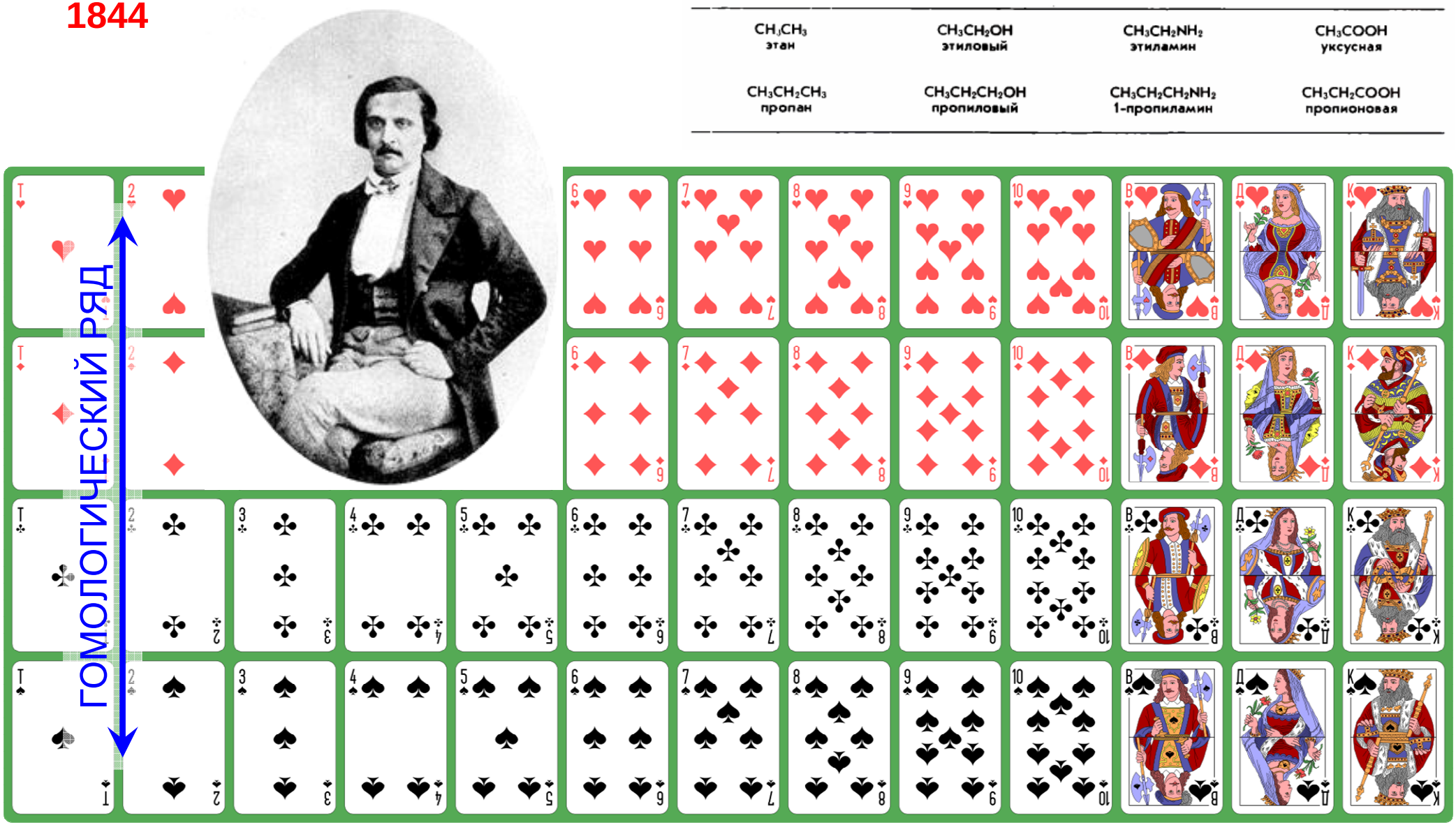
Е.В. Бабаев
1988



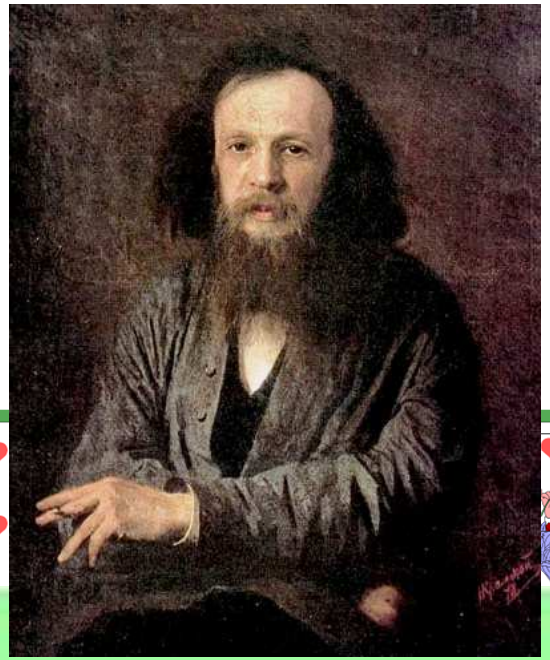
В.Я. Павлов
2000

Шарль Фредерик Жерар
«Очерки органической химии»
1844

углеводороды	спирты	амины	кислоты
CH_4 метан	CH_3OH метиловый	CH_3NH_2 метиламин	$HCOOH$ муравьиная
CH_3CH_3 этан	CH_3CH_2OH этиловый	$CH_3CH_2NH_2$ этиламин	CH_3COOH уксусная
$CH_3CH_2CH_3$ пропан	$CH_3CH_2CH_2OH$ пропиловый	$CH_3CH_2CH_2NH_2$ 1-пропиламин	CH_3CH_2COOH пропионовая



Дмитрий Иванович Менделеев
«Опыт системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве»
1869



ГОМОЛОГИЧЕСКИЙ РЯД

																															2 He
3 Li	4 Be														5 B									6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg														13 Al									14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca													21 Sc										22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr													39 Y										40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo

ГЕТЕРОЛОГИЧЕСКИЙ (= ГЕНЕТИЧЕСКИЙ) РЯД

Николай Александрович Морозов
«Периодические системы строения вещества»
1907

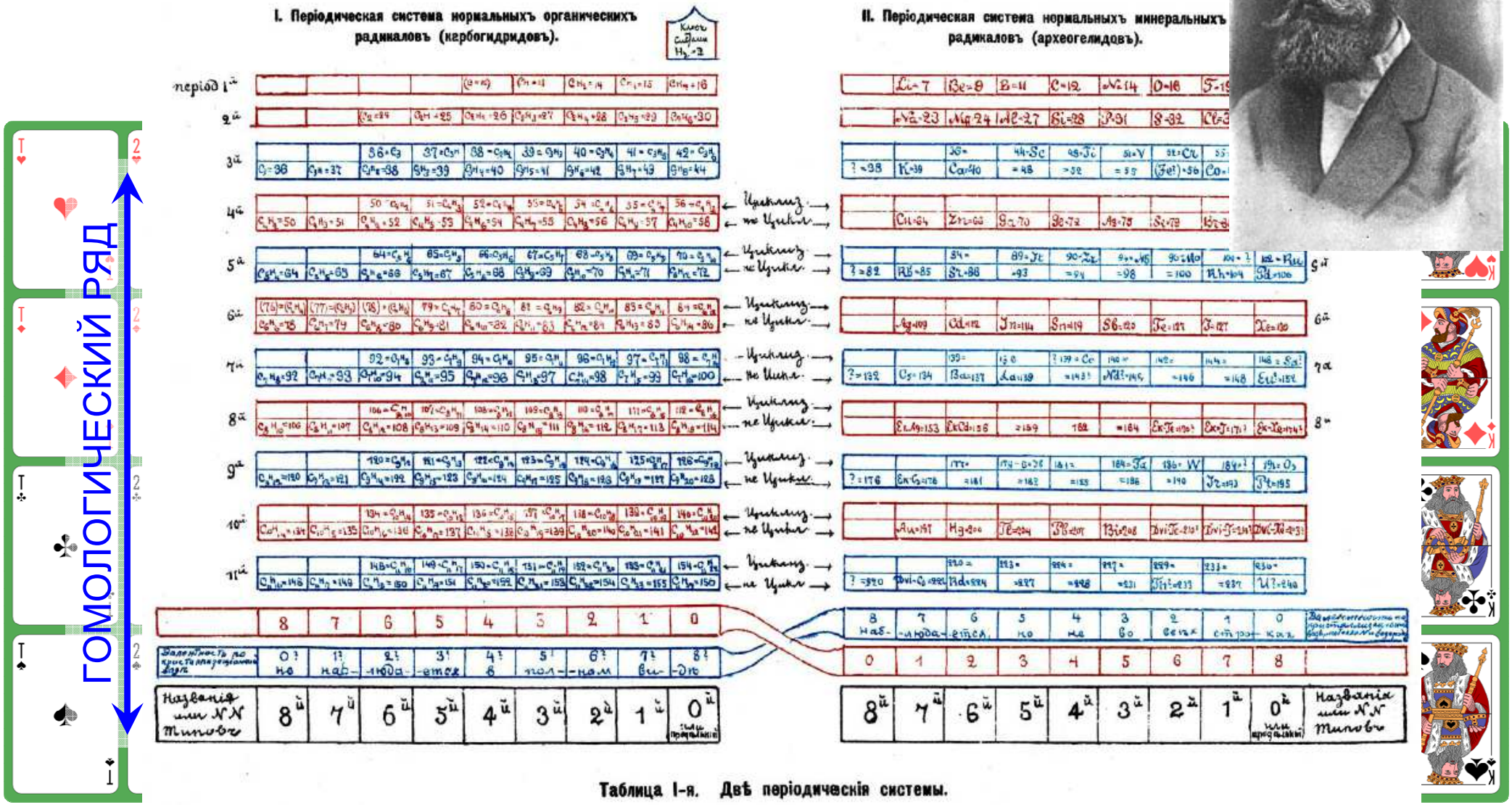
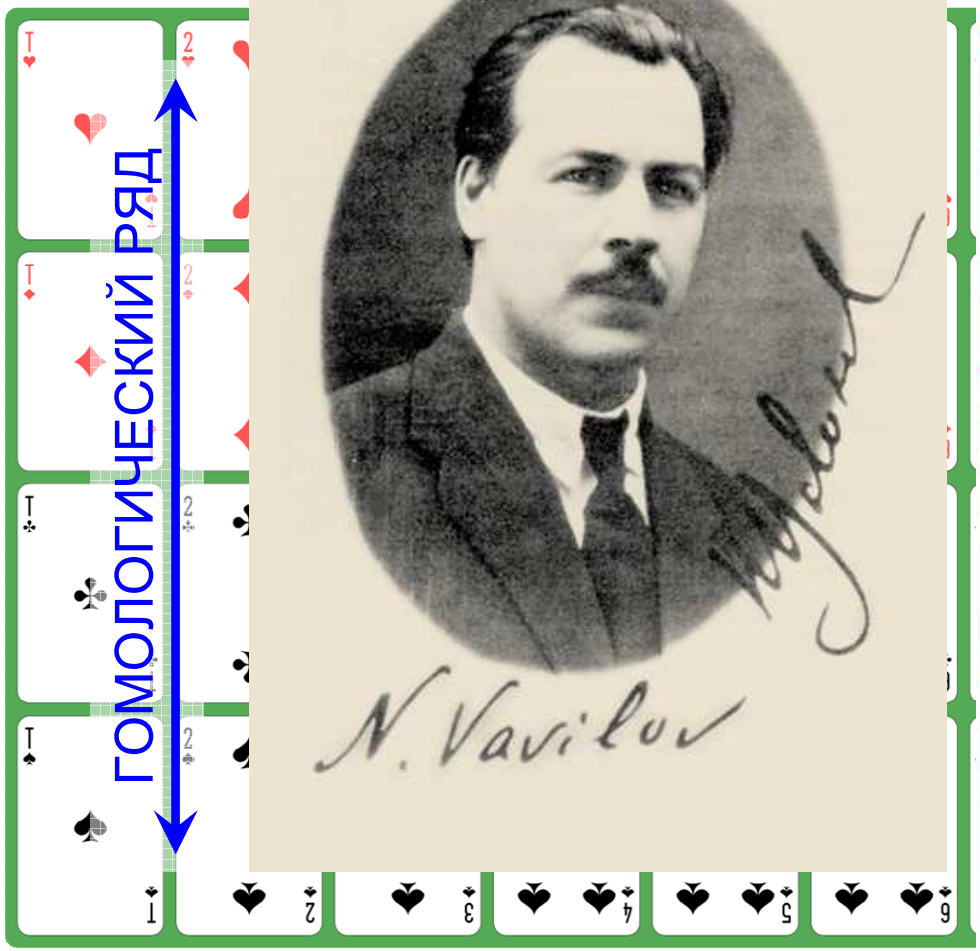


Таблица I-я. Двѣ періодическія системы.

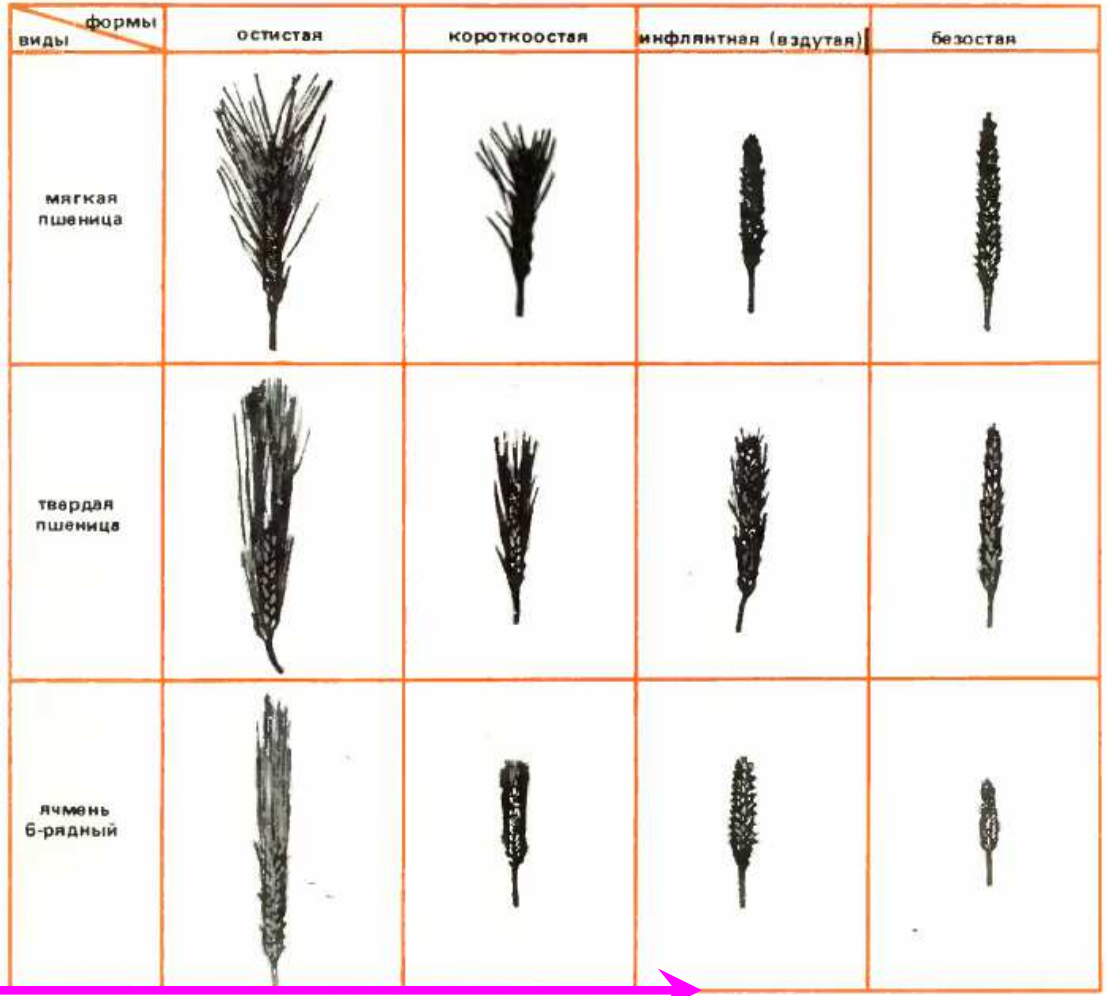
ГЕТЕРОЛОГИЧЕСКИЙ (= ГЕНЕТИЧЕСКИЙ) РЯД

Николай Иванович Вавилов
«Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости»
1920

углеводороды	спирты	амины	кислоты
CH_4 метан	CH_3OH метиловый	CH_3NH_2 метиламин	$HCOOH$ муравьиная
CH_3CH_3 этан	CH_3CH_2OH этиловый	$CH_3CH_2NH_2$ этиламин	CH_3COOH уксусная
$CH_3CH_2CH_3$ пропан	$CH_3CH_2CH_2OH$ пропиловый	$CH_3CH_2CH_2NH_2$ 1-пропиламин	CH_3CH_2COOH пропионовая



ГОМОЛОГИЧЕСКИЙ РЯД

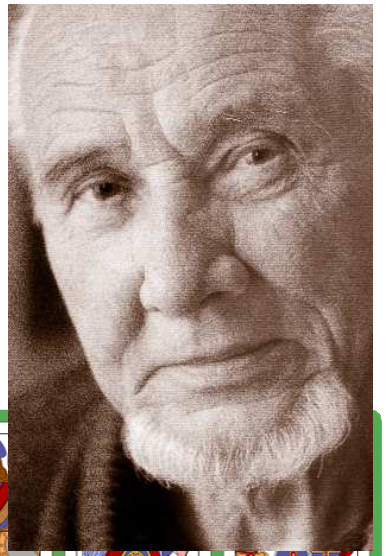


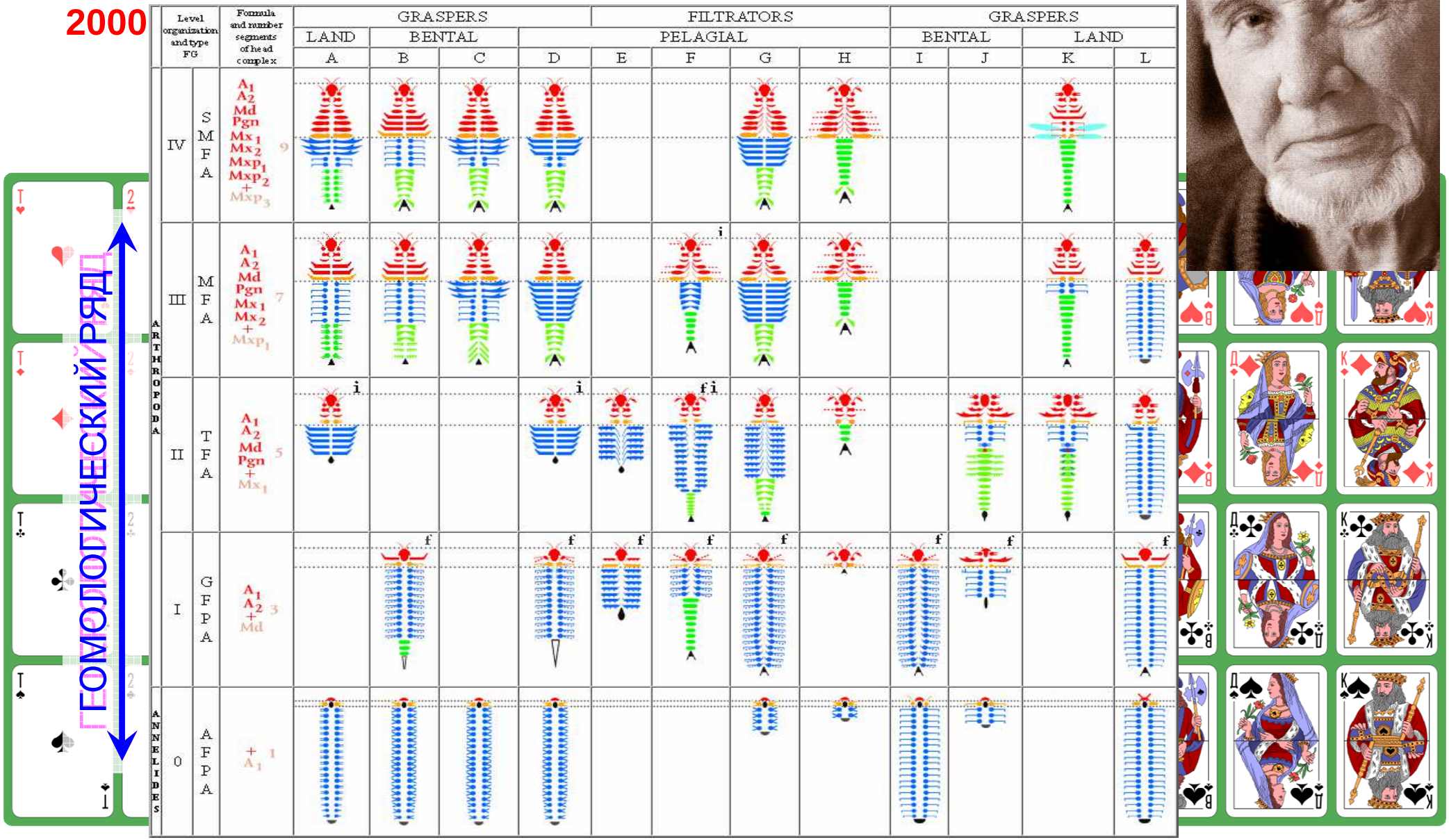
ГЕТЕРОЛОГИЧЕСКИЙ (= ГЕНЕТИЧЕСКИЙ) РЯД

Виктор Яковлевич Павлов

«Периодическая система членистых»

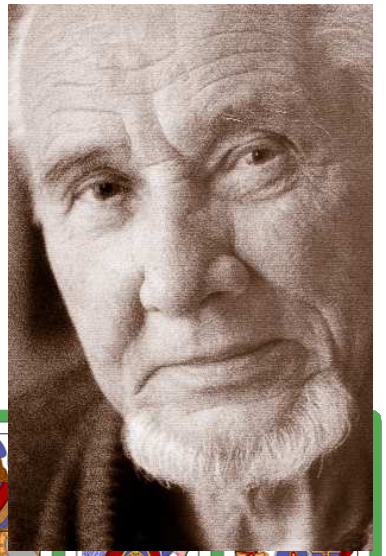
2000

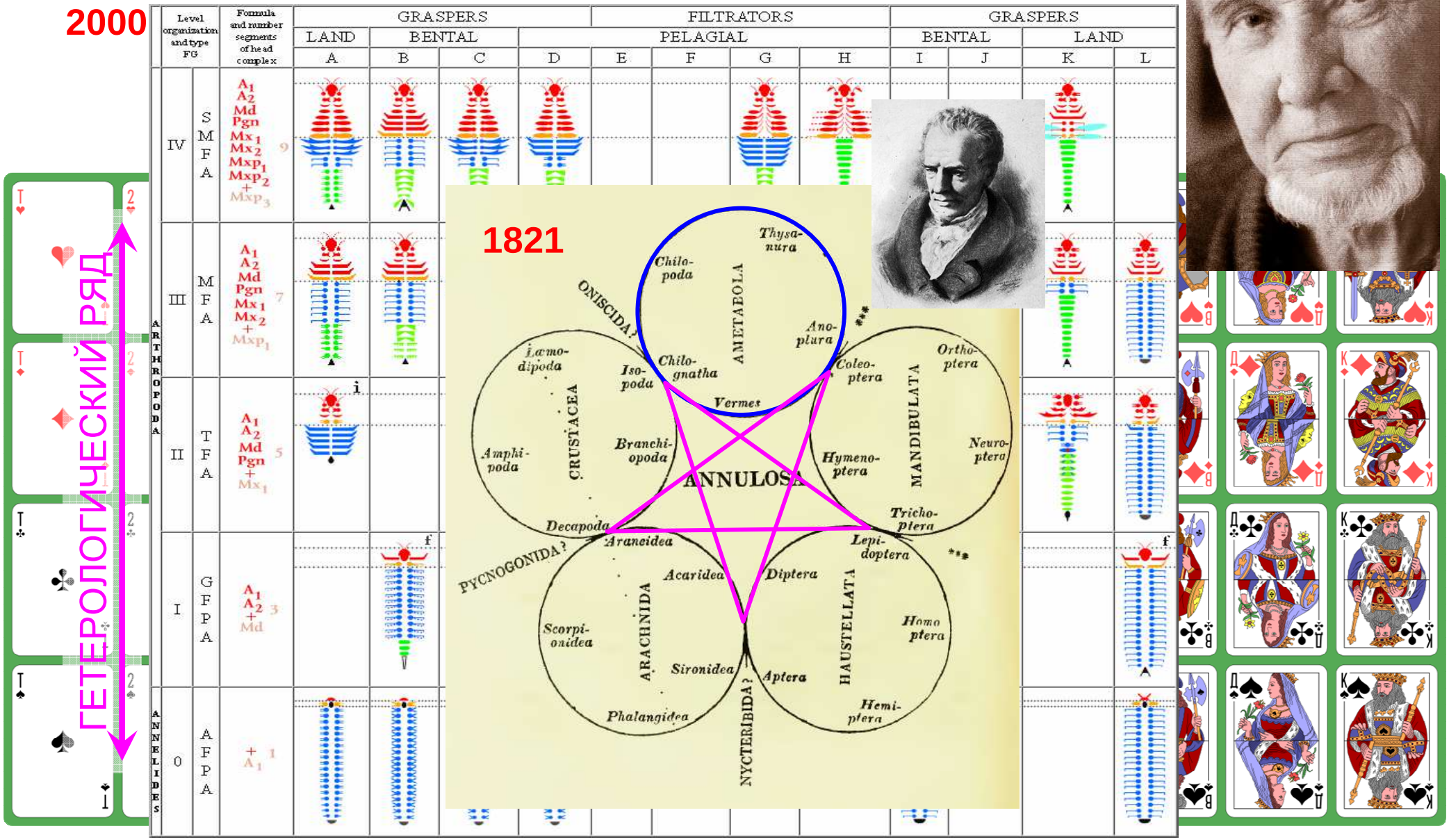




Виктор Яковлевич Павлов
«Периодическая система членистых»

2000





Николай Иванович Вавилов
«Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости»

1935

«Ряд авторов после появления «Закона гомологических рядов» в 1920 г. и его расширенного издания на английском языке в 1922 г. указывали на целесообразность, по их мнению, замены термина «гомологические ряды» названием «гомоклинические ряды» (Ю. Н. Воронов); «геноидентичные» или «аналогичные мутации» (Платэ) или просто «параллельная» или «аналогичная изменчивость».

Мы сохраняем принятый нами термин, ибо основное, что лежит в установлении Закона гомологических рядов, это сходство изменчивости у близких и родственных видов и родов, единство в наследственной изменчивости целых семейств. Дело не только в параллелизме, во внешнем сходстве, а в более глубокой эволюционной сущности сходства наследственной изменчивости у родственных организмов. Всеобщность этого явления определяется, прежде всего, генетическим единством эволюционного процесса и происхождения, родством. Наиболее полный параллелизм проходит именно в близких родах или в пределах семейств.

Конечно, не во всех случаях, а еще менее у разных родов, изменение выявляется всегда одними и теми же, т. е. гомологическими генами. Одинаковые изменения фенотипического порядка могут быть вызваны и разными генами. Поскольку систематика имеет дело с признаками, поскольку при обозрении разнообразия растительного и животного мира мы имеем дело пока в основном не с генами, о которых мы знаем очень мало, а с признаками в условиях определенной среды, то более правильно говорить о гомологичных признаках.»

Biological Journal of the Linnean Society (1990), *39*: 17–25. With 4 figures

1990

Может быть аналогические ряды формируются под действием естественного отбора, а гомологические – под действием "внутреннего закона"?

4. Vavilov's Law of Homologous Series—is it relevant to potatoes?

MICHAEL T. JACKSON

Plant Genetics Group, School of Biological Sciences, The University of Birmingham, P.O. Box 363, Birmingham B15 2TT

SIGNIFICANCE OF HOMOLOGOUS VARIATION IN POTATOES

The distribution of resistance to late blight and cyst nematode may be partially explained in terms of hybridization and introgression amongst closely related species, such as those in Series Tuberosa, but it is unlikely to account for their distribution in more distantly related species with which hydridization is difficult. Could this be analogous variation?

If the basis of the Law of Homologous Series is natural and artificial selection, then it is much more difficult to account for the occurrence of resistance genes in species in the apparent absence of a suitable selection pressure. For example, in collaborative research between the International Potato Center, Peru, and the University of Birmingham, high levels of resistance to potato leafroll virus and potato spindle tuber viroid have been found in *S. acaule* at high altitudes where both of the pathogens are not thought to survive (Carlos Arbizu, personal communication).

Nevertheless, the Law of Homologous Series is relevant and demonstrable in potatoes. Since its publication 65 years ago, the Law of Homologous Series has

Horæ Entomologicæ :

OR

ESSAYS

ON

THE ANNULOSE ANIMALS:

BY

W. S. MACLEAY, Esq. A.M. F.L.S.

1821

THE LAW OF HOMOLOGOUS SERIES IN VARIATION.

1922

By Professor N. I. VAVILOV,

Director of the Bureau of Applied Botany and Plant Breeding, Petrograd, Russia.

за 100 лет до и через 100 лет после

Molecular-genetic Extensions of Vavilov's Predictions

Kevin M. Folta[1]

Horticultural Sciences Department, University of Florida, Gainesville, FL 32606

2015

Additional index words. evolution, genetic traits, parallel selection, photoperiod, shattering

This paper was presented as part of a Workshop entitled "Nikolai Ivanovich Vavilov: Plant Genetic Resources Pioneer and Hero" on July 28, 2014 at the ASHS Annual Conference in Orlando, FL.

Abstract. **Vavilov's *Law of Homologous Series* indic species based on parallel selection. The conclusion co to phenotypic variation across taxa. The same exami and genomic resolution, because parallel traits would common mutations. In this review, these concepts are cereals and in the control of photoperiodic flowering. One of the strengths of the law is that it can make predictions about traits and perhaps the genes or genomic regions that control them. With respect to genetic variation, the occurrence and physical location of genes associated with kernel retention may be predicted. Many grains share mutations, such as the *Sh 1* gene, which were selected in parallel. Selection of the *Sh1* gene led to higher yields due to better kernel retention. While the genes affected are often the same, the types of mutations are not, implying convergent selection. Flowering time is governed by multiple loci, so variation may be attributed only to a few candidates, yet because of the number of regulators the predictive power of the law is lower. The modern application of the *Law of Homologous Series* is that it allows basic researchers or plant breeders to make predictions about the genes controlling key traits, although the genetic basis of variation is likely not conserved.**

Parallel domestication of the *Shattering1* genes in cereals

Zhongwei Lin[1], Xianran Li[1], Laura M Shannon[2], Cheng-Ting Yeh[3,4], Ming L Wang[5], Guihua Bai[1,6], Zhao Peng[7], Jiarui Li[7], Harold N Trick[7], Thomas E Clemente[8], John Doebley[2], Patrick S Schnable[3,4], Mitchell R Tuinstra[9], Tesfaye T Tesso[1], Frank White[7] & Jianming Yu[1]

2012

A key step during crop domestication is the loss of seed shattering. Here, we show that seed shattering in sorghum is controlled by a single gene, *Shattering1* (*Sh1*), which encodes a YABBY transcription factor. Domesticated sorghums harbor three different mutations at the *Sh1* locus. Variants at regulatory sites in the promoter and intronic regions lead to a low level of expression, a 2.2-kb deletion causes a truncated transcript that lacks exons 2 and 3, and a GT-to-GG splice-site variant in the intron 4 results in removal of the exon 4. The distributions of these non-shattering haplotypes among sorghum landraces suggest three independent origins. The function of the rice ortholog (*OsSh1*) was subsequently validated with a shattering-resistant mutant, and two maize orthologs (*ZmSh1-1* and *ZmSh1-5.1*+*ZmSh1-5.2*) were verified with a large mapping population. Our results indicate that *Sh1* genes for seed shattering were under parallel selection during sorghum, rice and maize domestication.

Cereal crops, the primary calorie source for humans, were domesticated thousands of years ago[1]. During domestication, many morphological and physiological characteristics of the wild progenitors of modern crops were reshaped to meet the needs of humans by artificial selection. When ancient humans started to cultivate wild crops, one of the most notable obstacles would have been the seed shattering habit. Seeds on wild grasses shed naturally at maturity, ensuring their natural propagation. Seed shattering, however, would have caused inefficient harvesting and large losses in grain yield for ancient humans. Hence, the non-shattering trait is likely to been placed under strong selection early in domestication. Because the trait can be achieved by changes in one or two major genetic loci with large effects[2–4], non-shattering variants could have appeared in the population at discernable frequencies, leading to the fixation of the non-shattering variants in ancient domesticated crop populations. Selection for non-shattering crop plants would have greatly facilitated harvesting and improved production, and propagation of cereal crops would have become increasingly dependent on humans, a feature that distinguishes modern crops from their wild progenitors. Although several genes have been identified as being responsible for seed shattering in rice and wheat[5–8], whether other cereals share the same molecular genetic basis for shattering had not been determined.

Sorghum is the world's fifth major crop and a new model plant with applications in bioenergy and stress management[9]. Previous genetic studies have shown that seed shattering in sorghum is governed by a single locus[10,11]. To identify the molecular basis underlying seed shattering in sorghum, we constructed an F_2 population from a cross between a wild sorghum with complete seed shattering, *Sorghum virgatum* (SV), and a non-shattering domesticated sorghum line, Tx430 (**Fig. 1**). The F_1 plants showed the same complete shattering as SV. The F_2 segregation ratio suggested that a single gene with a complete dominance effect explained this trait, and this gene was designated *Shattering1* (*Sh1*).

An initial scan with 94 F_2 individuals mapped the *Sh1* gene onto sorghum chromosome 1 (**Fig. 2a** and Online Methods). This mapping

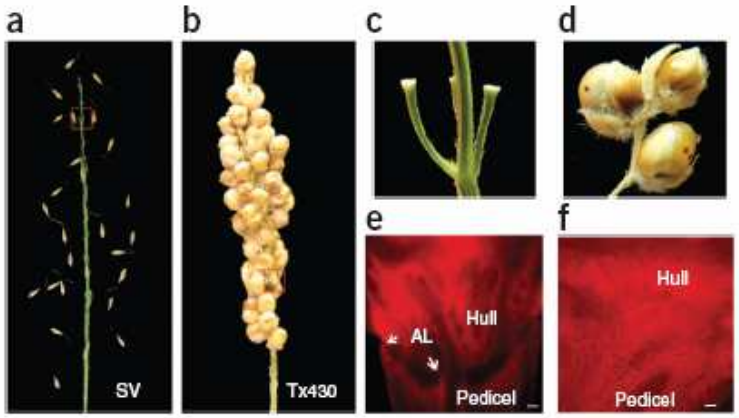


Figure 1 Seed shattering phenotype in sorghum. (**a**,**b**) Seeds were scattered everywhere from the top of the wild sorghum SV plant (**a**), whereas seeds were firmly retained on the head of the domesticated sorghum Tx430 plant (**b**, shown only from a panicle branch) at maturity after vigorous shaking. (**c**,**d**) Larger views of spikelets in **a** and **b** are shown for SV (**c**) and Tx430 (**d**) plants after shaking. (**e**,**f**) Abscission layers (of curved shape) were present at the junction between the hull and pedicel on SV plants (**e**), whereas no abscission layer was observed on Tx430 plants (**f**). AL, abscission layer; scale bars, 50 μm.

Parallel domestication of the *Shattering1* genes in cereals

Zhongwei Lin[1], Xianran Li[1], Laura M Shannon[2], Cheng-Ting Yeh[3,4], Ming L Wang[5], Guihua Bai[1,6], Zhao Peng[7], Jiarui Li[7], Harold N Trick[7], Thomas E Clemente[8], John Doebley[2], Patrick S Schnable[3,4], Mitchell R Tuinstra[9], Tesfaye T Tesso[1], Frank White[7] & Jianming Yu[1]

2012

A key step during crop domestication is the loss of seed shattering. Here, we show that seed shattering in sorghum is controlled by a single gene, *Shattering1* (*Sh1*), which encodes a YABBY transcription factor. Domesticated sorghums harbor three different mutations at the *Sh1* locus. Variants at regulatory sites in the promoter and intronic regions lead to a low level of expression, a 2.2-kb deletion causes a truncated transcript that lacks exons 2 and 3, and a GT-to-GG splice-site variant in the intron 4 results in removal of the exon 4. The distributions of these non-shattering haplotypes among sorghum landraces suggest three independent origins. The function of the rice ortholog (*OsSh1*) was subsequently validated with a shattering-resistant mutant, and two maize orthologs (*ZmSh1-1* and *ZmSh1-5.1*+*ZmSh1-5.2*) were verified with a large mapping population. Our results indicate that *Sh1* genes for seed shattering were under parallel selection during sorghum, rice and maize domestication.

Cereal crops, the primary calorie source for humans, were domesticated thousands of years ago[1]. During domestication, many morphological and physiological characteristics of the wild progenitors of modern crops were reshaped to meet the needs of humans by artificial selection. When ancient humans started to cultivate wild crops, one of the most notable obstacles would have been the seed shattering habit. Seeds on wild grasses shed naturally at maturity, ensuring their natural propagation. Seed shattering, however, would have caused inefficient harvesting and large losses in grain yield for ancient humans. Hence, the non-shattering trait is likely to been placed under strong selection early in domestication. Because the trait can be achieved by changes

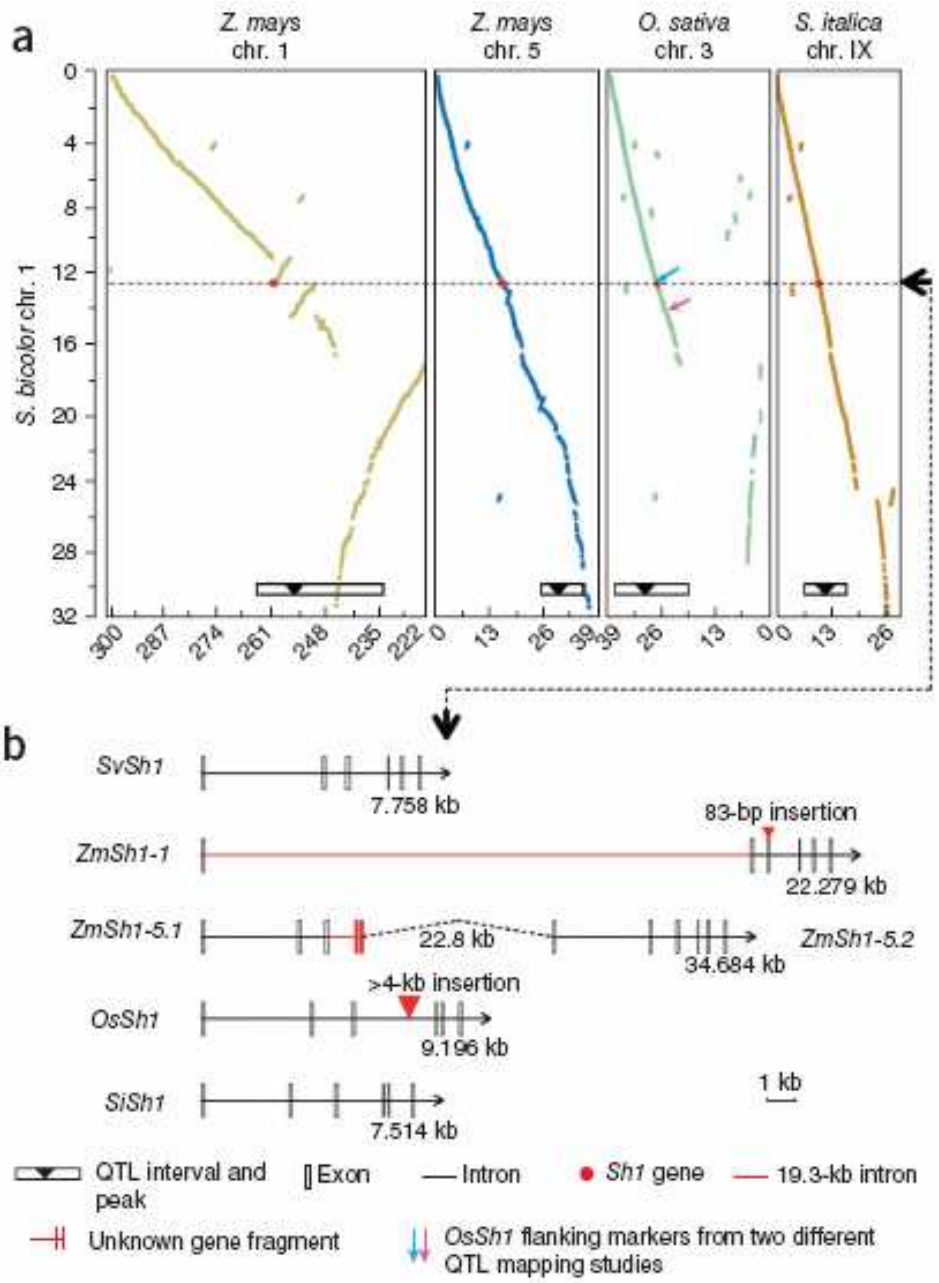


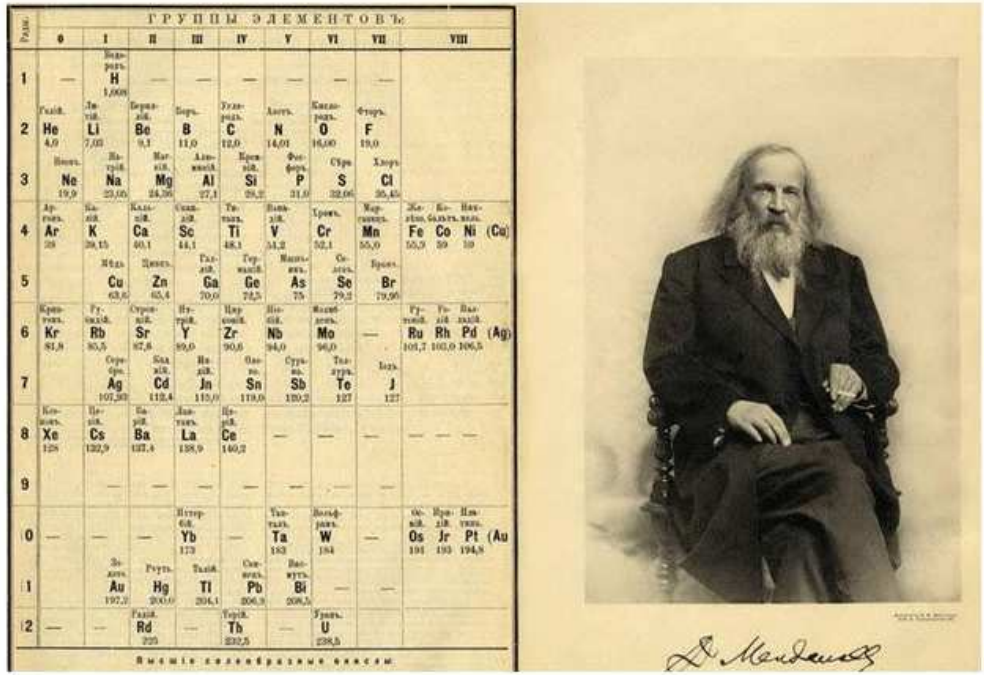
Figure 4 Genomic regions of *Sh1* in cereals. (**a**) Genomic regions corresponding to *Sh1* were conserved in sorghum (*Sorghum bicolor*), maize (*Zea mays*), rice (*Oryza sativa*) and foxtail millet (*Setaria italica*). The genomic collinearity map was plotted on the basis of the BLASTP result of pairwise genome analysis from CoGe; dot plot alignment indicates the collinearity of genomic regions. (**b**) *Sh1* gene structure comparison. *Sh1* gene structure is conserved, except for one extremely large intron (19.3 kb) that was present only in the *Sh1* ortholog on maize chromosome 1 (*ZmSh1-1*) and a gene fusion that occurred in one of two *Sh1* orthologs on maize chromosome 5 (*ZmSh1-5.1*).

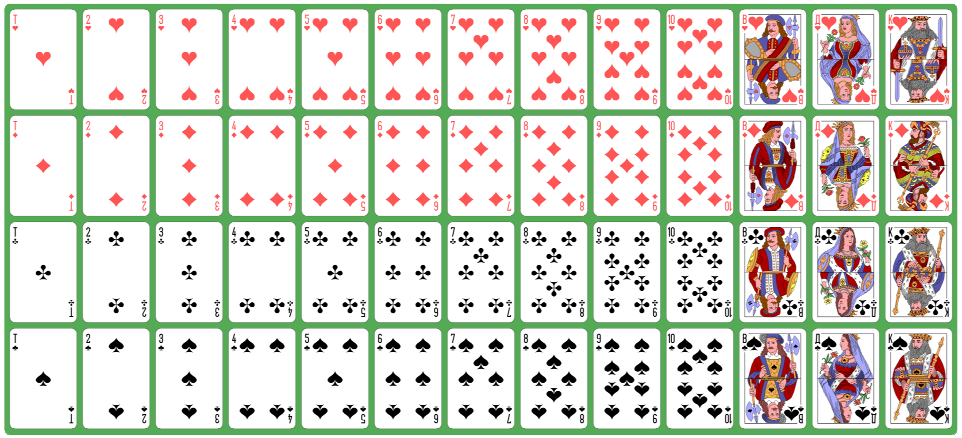
ПОЧЕМУ ОТКРЫТИЕ Н.И. ВАВИЛОВА НЕ СОВЕРШИЛО ТАКОГО ГЛОБАЛЬНОГО ПЕРЕВОРОТА В БИОЛОГИИ, КАК ПЕРВОНАЧАЛЬНО АНОНСИРОВАЛОСЬ?

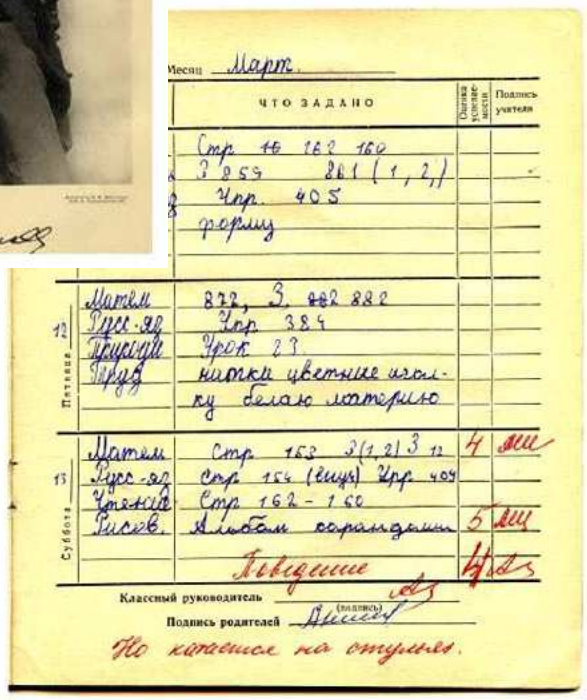
ПРИЧИН ДВЕ:

1) **ПРИРОДА ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ НЕ ПОДРАЗУМЕВАЕТ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПЕРИОДОВ, КАК У ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ.**
2) **ВАВИЛОВ НЕ БЫЛ ЗНАКОМ С ПРИОРИТЕТОМ МАКЛЕЯ И ПРЕНЕБРЕГ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТРАДИЦИЕЙ В ПОЛЬЗУ ХИМИЧЕСКОЙ.**

Клавиатура фортепиано по октавам

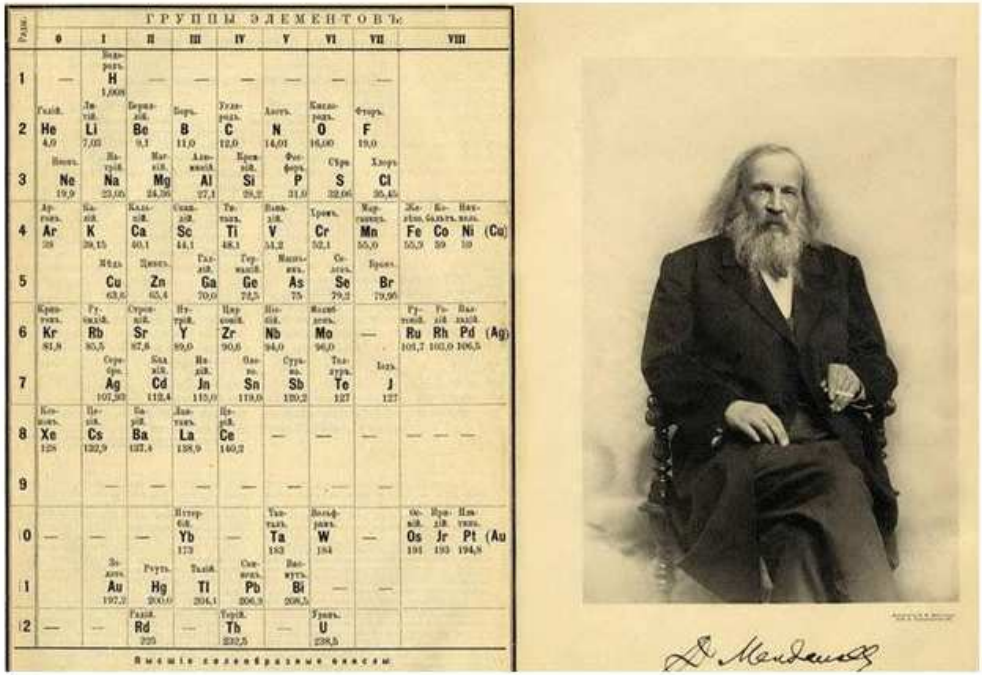


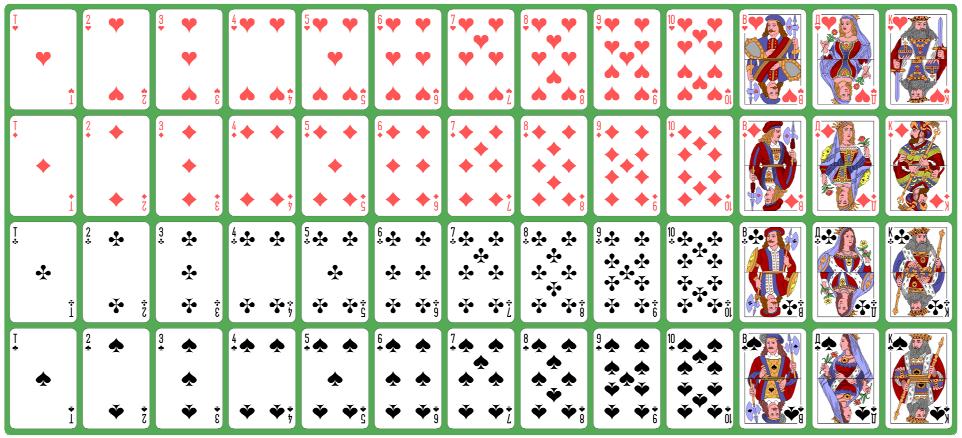


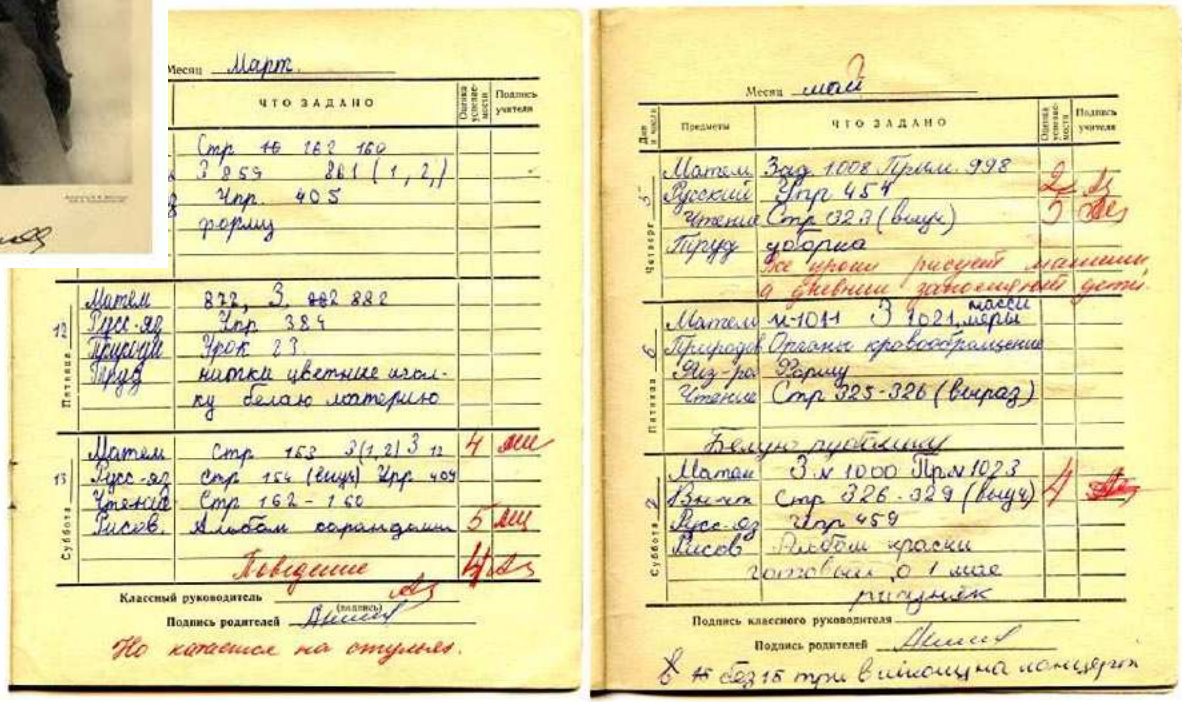


Где тут есть истинные периоды?

Клавиатура фортепиано по октавам



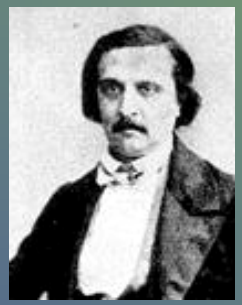




А к какому варианту ближе живые организмы?

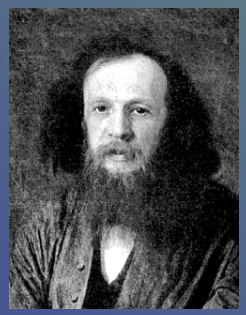
E. Geoffroy Saint-Hilaire
1822

W.S. MacLeay
1821



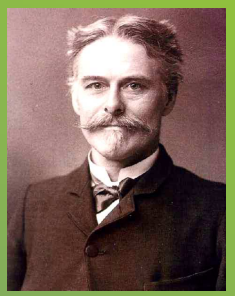
C.F. Gerhardt
1844

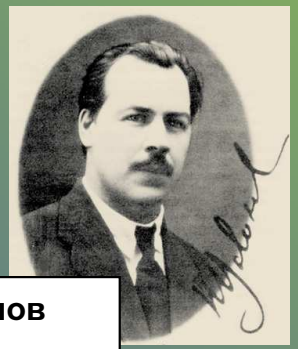
R. Owen
1849



Д.И. Менделеев
1869

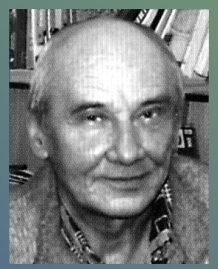
E.D. Cope
1868





Н.А. Морозов
1907

Н.И. Вавилов
1920



Е.В. Бабаев
1988

В.Я. Павлов
2000

В рамках теории МакЛея-Оуэна, гомологические ряды Вавилова гомологичны гетерологическим рядам Коупа.

POST SCRIPTUM

Рефренность мира. Рефрен социальных институтов

С.В. Чебанов[1], В.А. Найшуль[2]

2015

[1]*Кафедра математической лингвистики филологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета, 199034 Санкт-Петербург, Университетская наб., 11*
s.chebanov@gmail.com
[2]*Институт национальной модели экономики, 123060 Москва, ул. Маршала Конева, 1*
vnaishul@gmail.com

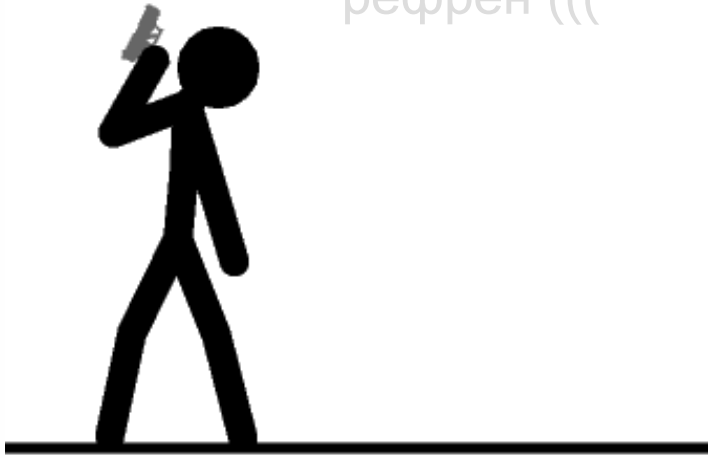
Выявление рефренов как русская национальная идея

Наконец, следует отметить одну примечательную особенность – подавляющее число рефренов (исключая лишь гезамтгештальт В.Геннига) выявлено отечественными исследователями. Это позволяет предположить, что выявление рефренов является подлинным выражением интенсивно отыскиваемой ныне национальной идеи. Последнее можно связать с византийскими традициями отечественной науки [Чебанов С.В., 2014], для которой важно не только установление тех или иных фактов, но и выявление общей картины мироустройства, той целостности Космоса, который необходим для национального сознания как в науке, так и в художестве, раскрывающемся через «умозрение в красках» [Трубецкой, 1965]. Если согласиться с этим, то можно сознательно и целенаправленно поддерживать работы отечественных исследователей в этом направлении, позволяя им занять достойное место в международном разделении труда.

POST SCRIPTUM

вот такой рефрен (((

Рефренность мира. Рефрен социальных институтов



С.В. Чебанов[1], В.А. Найшуль[2]

2015

[1]*Кафедра математической лингвистики филологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета, 199034 Санкт-Петербург, Университетская наб., 11*
s.chebanov@gmail.com
[2]*Институт национальной модели экономики, 123060 Москва, ул. Маршала Конева, 1*
vnaishul@gmail.com

Спасибо за внимание!

Выявление рефренов как русская национальная идея

Наконец, следует отметить одну примечательную особенность – подавляющее число рефренов (исключая лишь гезамтгештальт В.Геннига) выявлено отечественными исследователями. Это позволяет предположить, что выявление рефренов является подлинным выражением интенсивно отыскиваемой ныне национальной идеи. Последнее можно связать с византийскими традициями отечественной науки [Чебанов С.В., 2014], для которой важно не только установление тех или иных фактов, но и выявление общей картины мироустройства, той целостности Космоса, который необходим для национального сознания как в науке, так и в художестве, раскрывающемся через «умозрение в красках» [Трубецкой, 1965]. Если согласиться с этим, то можно сознательно и целенаправленно поддерживать работы отечественных исследователей в этом направлении, позволяя им занять достойное место в международном разделении труда.