



© А. С. Панова, М. А. Суботялов

DOI: [10.15293/2226-3365.1606.05](https://doi.org/10.15293/2226-3365.1606.05)

УДК 57(091)

## ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМАТИКИ

А. С. Панова, М. А. Суботялов (Новосибирск, Россия)

*Статья посвящена анализу развития филогенетики – области биологической систематики, которая занимается идентификацией и прояснением эволюционных взаимоотношений между видами, как ныне живущими, так и вымершими. Цель статьи – выделить и охарактеризовать ключевые этапы становления и развития филогенетической систематики. В статье представлена краткая характеристика основных периодов формирования филогенетики, начиная с эпохи Древнего мира и заканчивая Новейшим временем, от элементарного описания видов до изучения нуклеотидных последовательностей макромолекулярных структур. Дан обзор древних трудов и манускриптов, послуживших идейно-историческими предпосылками становления и дальнейшего развития филогенетической систематики. Представлены ключевые деятели философии и науки различных эпох, чьи труды послужили базисом для формирования данного направления. Показано влияние иерархической системы соподчиненных таксонов К. Линнея и идеи «Лестницы природы» Г. Лейбница на процессы становления филогенетических идей, влияние эволюционного учения Ч. Дарвина на развитие филогенетической систематики, а также взаимосвязь ее составляющих с палеонтологическими, сравнительно-анатомическими и сравнительно-эмбриологическими исследованиями. Авторами отмечаются основные причины взлета и падения интереса к проблемам филогенетики. Дан обзор основных методов и принципов современной филогении, характеристика ее «идеологического ядра», а также места молекулярно-генетических и количественных методов в филогенетических исследованиях.*

**Ключевые слова:** история биологии, филогенетика, кладистика, геномика, нумерическая филетика.

Вопрос о происхождении живых организмов и родственных отношениях между видами является главным в систематике органического мира. Существует два основных типа

биологической классификации: фенетический, объединяющий виды в таксоны высших рангов лишь по совокупности признаков сходств и различий в группах, и филетический

**Панова Анастасия Сергеевна** – студентка, направление «Биология», профиль «Общая биология», Институт естественных и социально-экономических наук, Новосибирский государственный педагогический университет.

E-mail: [anastasiya.panova.95@mail.ru](mailto:anastasiya.panova.95@mail.ru)

**Суботялов Михаил Альбертович** – доктор медицинских наук, профессор кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, Новосибирский государственный педагогический университет; кафедра фундаментальной медицины, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет.

E-mail: [subotyalov@yandex.ru](mailto:subotyalov@yandex.ru)



(филогенетический), учитывающий родственные отношения между видами [15].

В истории биологии очень важен вопрос изучения этапов становления и развития, а также историко-научной периодизации различных биологических дисциплин и областей. На сегодняшний день нет работ, посвященных вопросам зарождения и развития филогенетической систематики, практически отсутствует четкая сквозная периодизация процесса ее развития. В связи с вышесказанным, целью настоящей работы явилось выделение и характеристика ключевых этапов становления и развития филогенетической систематики.

#### **«Описательный» период (4000–300 гг. до н. э.)**

Появление первых описаний различных видов живых организмов связано с их практическим применением в области земледелия и врачевания. Списки животных и растений с их элементарной классификацией найдены в Месопотамии (IV тыс. до н. э.), Китае (II тыс. до н. э.), Древнем Египте (XVI в. до н. э.) [8]. Одним из источников по традиционной аюрведической медицине в Древней Индии является произведение «Чарака-самхита» (*Carakasamhitā*) (1500 г. до н. э. – в устной традиции, окончательная письменная редакция – около I в. н. э.), содержащее описание большого числа лекарственных растений с их классификацией по способу применения и воздействию на организм [2; 16].

В Древней Греции становление классической систематики связано, прежде всего, с трудами Аристотеля (*Aristotle*) (384–322 гг. до н. э.). Формально он не оставил четкой классификации животных, однако в его трудах сохранилось большое количество описаний разнообразных животных форм с попытками их систематики, что привело его к заключению о

последовательном расположении живых организмов по определенной шкале – «Лестнице природы» (*Ladder of Life*) [8].

Взгляды Аристотеля получили развитие в работах его последователя Теофраста (*Theophrastus*) (371–287 гг. до н. э.), которого по праву можно считать «отцом» современной ботаники. Особое значение среди его трудов имеют «История растений» (*Enquiry into Plants or Historia Plantarum*) и «Причины растений» (*On the Causes of Plants*), в которых описано и классифицировано свыше 400 видов [10].

Таким образом, работы этого периода послужили идейно-историческими предпосылками для дальнейшего становления и развития филогенетики.

#### **Период начальной систематизации (VII–XVI вв.)**

После падения Римской империи наука Европы пришла в упадок. Источниками биологических знаний в этот период служили лишь сочинения религиозно-философского характера. Наиболее известные произведения этого времени, посвященные систематике организмов, – это трактаты «О животных» (*De animalibus*) и «О растениях» (*De vegetalibus et plantis*) Альберта Великого (*Albertus Magnus*) (1193–1280 гг.) и «Зеркало природы» (*Speculum naturale*) В. де Бове (*Vincent of Beauvais*) (1190–1264 гг.) [12].

После завоевания арабами значительной части территорий павшей империи многие труды античных авторов были переведены на арабский язык, что определенным образом сказалось на развитии арабоязычной науки. Для становления систематики большое значение в этот период имели работы арабского писателя и зоолога Абу Аль-Джахиза (*Al-Jahiz*)



(781–869 гг.), приведшего линейную классификацию животных с разделением видов на группы на основе их сходства [4].

В этот же период в юго-восточной Азии на территории современной Индии был составлен ряд манускриптов, посвященных вопросам медицины. В них подробно описано и классифицировано большое количество лекарственных растений, в том числе ввезенных в Индию из других стран. К ним относятся произведения «Мадхава-нидана» (*Mādhava Nidāna*) (VII–VIII вв.), «Маданапала-нигханту» (*Madanapālanighaṇṭu*) (XIII–XIV вв.) и «Бхавапракаша» (*Bhavaprakasa*) (XVI в.) [5; 17].

#### Период классификации (XVII–XVIII вв.)

Философским базисом классической систематики послужил эссенциализм – учение, в основе которого лежит познание «сущностей» наблюдаемых явлений, характеризующихся неизменным набором качеств и свойств<sup>1</sup>. Было выработано фундаментальное для систематики того времени представление о «Естественной системе», являющейся по сути единственно верной системой живых организмов [13].

В XVIII в. шведский врач и натуралист К. Линней (*Carl Linnaeus*) впервые создал единую систему классификации органического мира. Он установил принцип иерархичности систематических категорий, разделив царства живой природы на соподчиненные таксоны, а также способствовал утверждению мысли о том, что виды связаны не только сходством, но и родством [10].

В это же время широкое распространение получила идея «лестницы существ» Г. Лейбница (*Gottfried Wilhelm Leibniz*), разрабатываемая в дальнейшем Ш. Бонне (*Charles Bonnet*).

Концепция, берущая свое начало со времен Аристотеля, характеризуется линейным развитием организмов от примитивных форм к более прогрессивным и отрицанием скачкообразного характера эволюции органического мира. Эта теория в последующем легла в основу первого целостного эволюционного учения, автором которого является французский естествоиспытатель Ж. Б. Ламарк (*Jean-Baptiste Lamarck*). Однако им были внесены коренные изменения в эту концепцию. Если Г. Лейбниц и Ш. Бонне видели в ней лишь последовательный ряд независимых и неизменных форм, не связанных единством происхождения, то Ж. Б. Ламарк находил в их градации отражение реального процесса развития одних форм из других на протяжении многих поколений. Развитие от простейших форм к более сложным, согласно Ж. Б. Ламарку, составляет главное содержание истории органического мира [8].

В конечном итоге были сформированы две модели «Естественной системы» – линейная и иерархическая, каждая из которых по своему отразилась на дальнейшем развитии классической систематики и филогенетики.

#### «Геккелевский» период (середина XIX в.)

Широкое распространение филогенетические исследования получили после выхода в 1859 г. «Происхождения видов» Ч. Дарвина (*Charles Robert Darwin. On the Origin of Species*), где им впервые была предложена схема дивергентной эволюции видов, отражающая общий ход эволюционных преобразований<sup>2</sup>. В последующем данная диаграмма стала бази-

<sup>1</sup> Касавин И. Т. Энциклопедия эпистемологии и философии науки. – М.: Канон+ РООИ Реабилитация, 2009. – 1248 с.

<sup>2</sup> Дарвин Ч. Происхождение видов. Сочинения. – М.: Изд-во АН СССР, 1939. – Т. 3. – 270 с.

сом для работ выдающегося немецкого естествоиспытателя и философа Э. Геккеля (*Ernst Haeckel*).

По определению Э. Геккеля (1866 г.) филогенетикой следует называть науку о путях, закономерностях и причинах исторического развития организмов. Таким образом, основным содержанием филогенетики является выявление родственных связей и последовательности преобразований организмов в ходе эволюции, что на практике отражается в построении филогенетических схем. Первое в истории науки родословное древо органического мира Э. Геккель создал в 1874 г. В нем четко проводились три принципа, принимаемые и в современной филогенетике: монофилии, дивергенции и прогрессирующего приспособления [18].

Завершением филогенетических исследований Э. Геккеля стала «Систематическая филогения» (*Die systematische Phylogenie*, 1894–1896), в которой он выдвинул метод «тройного параллелизма», заключающийся в сотрудничестве сравнительно-анатомических, сравнительно-эмбриологических и палеонтологических исследований в филогенетической работе и обеспечивший разносторонний подход к трактовке филогенетических построений<sup>3</sup>.

### **Период упадка (конец XIX – начало XX вв.)**

К концу XIX в. наступил неблагоприятный период для вопросов филогенетики, вызванный нехваткой палеонтологических данных. Множество гипотез выдвигалось по одним и тем же проблемам, но не хватало фактов, которые позволили бы выбрать из нескольких гипотез наиболее верную. Проблема была решена лишь в начале XX в., когда благодаря крупным успехам палеонтологии была

сформирована прочная основа для пересмотра обобщений по филогении различных групп животных и растений [18].

### **Период возрождения (середина XX в. – настоящее время)**

Возрождение интереса к филогенетическим исследованиям началось с конца 1950-х гг. в связи с деятельностью немецкого учено-энтомолога В. Хеннига (*Willi Hennig*), являющегося одним из основоположников *клатистики* – идеологического ядра «новой» филогенетики. Главным аспектом в работах В. Хеннига и его последователей является признание в эволюции органического мира только монофилетических групп организмов (клад), являющихся потомками единственного общего предка [1; 14; 19].

С 1960-х гг. в филогенетике все большее значение стало приобретать изучение молекулярных структур. Получение технического доступа к первичной структуре макромолекул и возможность сравнения организмов по этим последовательностям расценивались как «молекулярная революция», новейшим этапом развития которой является генофилитика – раздел новой филогенетики, связанный с изучением нуклеотидных последовательностей [14].

В СССР зарождение интереса к молекулярным исследованиям связано с деятельностью А. Н. Белозерского и его учеников, заложивших основу геносистематики – направления, в котором суждения о степени родства организмов выдвигаются на базе изучения нуклеотидных последовательностей отдельных фрагментов ДНК [7].

В 1980–1990-х гг. вместе с возникновением первых проектов по секвенированию геномов некоторых видов живых организмов

<sup>3</sup> Мюллер Ф., Геккель Э. Основной биоэволюционный закон. Избранные работы. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. – 297 с.



сформировалось новое направление в молекулярной биологии – геномика, занимающаяся исследованием структуры и функций всей совокупности генов организма или значительной их части, в том числе и для целей филогенетики [3; 6; 9].

На сегодняшний день одним из ведущих мировых специалистов в области эволюционной геномики является Е. В. Кунин – советский и американский биолог, ведущий научный сотрудник Национального центра биотехнологической информации Национальной медицинской библиотеки Национальных институтов здравоохранения США. Среди основных направлений деятельности Е. В. Кунина – построение эволюционных сценариев для генных семейств, реконструкция геномов предковых форм, сравнительный анализ филогенетических деревьев для конкретного гена, математическое моделирование эволюции геномов и т. п. [11]. Е. В. Кунин лидирует по цитированию научных публикаций среди российских ученых-биологов. Согласно данным сайта «Корпус экспертов», по состоянию на начало 2016 г. его индекс Хирша равен 145<sup>4</sup>.

Количественные методы оценки сходства организмов и конструирования филогенетических деревьев разрабатывает особый раздел «новой» филогенетики – нумерическая филетика. В настоящее время эти методы в филогенетике преобладают: развита своего рода «индустрия» по их производству и реализации в виде легкодоступных компьютерных

программ. Несомненным достоинством нумерической филетики является возможность манипулирования большими массивами данных, что позволяет использовать данный метод как основу для представления результатов молекулярно-генетических исследований [14].

Таким образом, нами впервые введена в научный оборот историко-научная периодизация процессов становления и развития филогенетической систематики, которая складывается из шести основных этапов: «описательного» периода, характеризующегося накоплением эмпирических данных об объектах органического мира; периода начальной систематизации, когда на первый план в развитии систематики вышла арабоязычная наука; периода классификации, связанного с появлением первых систем органического мира – иерархической К. Линнея и линейной Г. Лейбница; «геккелевского» периода, ознаменованного появлением первого в истории науки родового древа органического мира Э. Геккеля; периода упадка и, наконец, периода возрождения филогенетики, характеризующегося появлением принципиально новых методов конструирования и анализа филогенетических древ. Сегодня идеологическим ядром филогенетики является кладистика, а реконструкция древ и построение филогенетических гипотез производятся с использованием методов нумерической филетики на основе молекулярно-генетических данных.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Brower Andrew V. Z.** Willi Hennig at 100 // *Cladistics*. – 2014. – Vol. 30. – P. 224–225.
2. **Caraka-saṃhitā.** Agniveśa's treatise refined and annotated by Caraka and redacted by Dṛḍhabala / Text with English translation. Editor-translator prof. Priyavrat Sharma. – Vol. 1. Varanasi: Chaukambha Orientalia, 2001. – 544 p.

<sup>4</sup> Corpus expertov [Электронный ресурс]. URL.: <http://expertcorps.ru/science/whoiswho/ci86?sortby=h>.  
(дата обращения: 02.02.2016)



3. **Delsuc F., Brinkmann H., Philippe H.** Phylogenomics and the reconstruction of the tree of life // Nature Reviews Genetics. Nature Publishing Group. – 2005. – Vol. 6. – P. 361–375.
4. **Mehmet Bayrakdar.** Al-Jahiz And the Rise of Biological Evolutionism // The Islamic Quarterly, Third Quarter. – London, 1983. – P. 1–25. URL: <http://www.salaam.co.uk/knowledge/al-jahiz.php#top> (дата обращения: 02.02.2016)
5. **The Bhavaprakasa:** Edited with Bhavabodhini Hindi commentary by Pushpalal Jha. – Chowkhamba Sanskrit Series Office, 1962. – 145 p.
6. **Venter J. C., Adams M. D., Myers E. W.** et al. The sequence of the human genome // Science. – 2001. – Vol. 291. – P. 1304–1351.
7. **Антонов А. С.** Геномика и геносистематика // Природа. – 1999. – № 6. – С. 19–26.
8. **Бляхер Л. Я., Быховский Б. Е., Микулинский С. Р.** История биологии с древнейших времен до начала XX века. – М.: Наука, 1972. – 563 с.
9. **Васильев Г. В.** Геномика // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2014. – Т. 18, № 1. – С. 158–165.
10. **Воронцов Н. Н.** Развитие эволюционных идей в биологии. – М.: Издат. отдел УНЦ ДО МГУ; Прогресс-Традиция; АБФ, 1999. – 640 с.
11. **Глазко В. И.** Эволюция: новое о случайности и необходимости // Химия и жизнь – XXI век. – 2012. – № 10. – С. 28–33.
12. **Глушен С. В.** История биологии. – Минск: БГУ, 2010. – 91 с.
13. **Павлинов И. Я.** Введение в современную филогенетику (кладогенетический аспект). – М.: Изд-во КМК, 2005. – 192 с.
14. **Павлинов И. Я.** Становление современной филогенетики // Биология. – 2006. – № 12 (811). – С. 24–35.
15. **Расницын А. П.** Избранные труды по эволюционной биологии. – М.: Изд-во КМК, 2005. – 347 с.
16. **Суботялов М. А., Дружинин В. Ю.** Письменные источники Аюрведы как основа медицинского образования // Философия образования. - 2013. - № 2. - С. 224–229.
17. **Суботялов М. А., Дружинин В. Ю.** Учебная литература традиционной аюрведической медицины // Сибирский педагогический журнал. – 2012. – № 9. – С. 51–54.
18. **Татаринов Л. П.** Кладистический анализ и филогенетика // Русский орнитологический журнал. – 2014. – Т. 23, № 991. – С. 1213–1233.
19. **Шаталкин А. И.** Биологическая систематика. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. – 184 с.



DOI: [10.15293/2226-3365.1606.05](https://doi.org/10.15293/2226-3365.1606.05)

Anastasiya Sergeevna Panova, student of Biology Study, Training Profile – General biology, Institute of Natural Social and Economic Sciences, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russian Federation.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0556-0552>

E-mail: [anastasiya.panova.95@mail.ru](mailto:anastasiya.panova.95@mail.ru)

Mikhail Albertovich Subotyalov, Doctor of Medical Sciences, professor of Department of Anatomy, Physiology and Life Safety, Novosibirsk State Pedagogical University; Fundamental Medicine Department, Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-8633-1254>

E-mail: [subotyalov@yandex.ru](mailto:subotyalov@yandex.ru)

## THE MAIN STAGES OF FORMATION AND DEVELOPMENT OF PHYLOGENETIC TAXONOMY

### Abstract

*This article analyzes the development of phylogenetics as a field of biological systematics, which is engaged in identification and clarification of evolutionary relationships between species, both now living and extinct. The purpose of the article is to identify and characterize the main stages of formation and development of phylogenetic taxonomy. The article presents a brief description of the periods of phylogenetics formation from the era of the ancient world to the contemporary period, from elementary description of species to studying nucleotide sequences of macromolecular structures. The authors trace the influence of the evolution theory on the development of phylogeny, as well as its relationship with paleontological, comparative anatomy and comparative embryological studies. The review of key scientists' works which contributed to the development of this field of study is presented. Moreover, the causes of increasing and decreasing interest in the problems of phylogenetics are suggested. The authors overview the basic principles of modern phylogeny, characterize its "ideological core", identify the places of molecular genetics and quantitative methods in phylogenetic studies.*

### Keywords

*History, biosystematics, phylogeny, genomics, numerical taxonomy.*

## REFERENCES

1. Antonov A. S. Genomics and genosystematics. *Nature*. 1999, no. 6, pp. 19–26. (In Russian)
2. Blyakher L. Ya., Bykhovskiy B. E., Mikulinskii S. R. *The history of biology from ancient times to the early XX century*. Moscow, Nauka Publ., 1972, 563 p. (In Russian)
3. Vasiliev G. V. Genomics. *Vavilov journal of genetics and breeding*. 2014, vol. 18, no. 1, pp. 158–165. (In Russian)
4. Vorontsov N. N. *The development of evolutionary ideas in biology*. Moscow, UC TO MSU Publ., Progress-Tradition Publ., WFA Publ., 1999, 640 p. (In Russian)
5. Glazko V. I. Evolution: new about of chance and necessity. *Chemistry and life – XXI century*. 2012, no. 10, pp. 28–33. (In Russian)



6. Glushen S. V. *History of biology*. Minsk, BSU Publ., 2010, 91 p. (In Russian)
7. Pavlinov I. Ya. *Introduction in modern phylogenetics (cladogenetic aspect)*. Moscow, KMK Publ., 2005, 192 p. (In Russian)
8. Pavlinov I. Ya. The Formation of modern phylogenetics. *Biology*. 2006, no. 12 (811), pp. 24–35. (In Russian)
9. Rasnitsyn A. P. *Selected works on evolutionary biology*. Moscow, KMK Publ., 2005, 347 p. (In Russian)
10. Subotyalov M. A., Druzhinin V. Y. Written ayurvedic sources as a basis for medical education. *Philosophy of Education*. 2013, no 2, pp. 224–229. (In Russian)
11. Subotyalov M. A., Druzhinin V. Y. Textbooks traditional Ayurvedic medicine. *Siberian Pedagogical Journal*. 2012, no. 9, pp. 51–54. (In Russian)
12. Tatarinov L. P. Cladistic analysis and phylogeny. *Russian ornithological journal*. 2014, vol. 23, no. 991, pp. 1213–1233. (In Russian)
13. Shatakin A. I. *Biological systematics*. Moscow, Moscow University Publ., 1988, 184 p. (In Russian)
14. Brower Andrew V. Z. Willi Hennig at 100. *Cladistics*. 2014, vol. 30, pp. 224–225.
15. Caraka-saṃhitā. *Agniveśa's treatise refined and annotated by Caraka and redacted by Drḍhabala*. Text with English translation. Editor-translator prof. Priyavrat Sharma. vol. 1, Varanasi, Chaukambha Orientalia Publ., 2001, 544 p.
16. Delsuc F., Brinkmann H., Philippe H. Phylogenomics and the reconstruction of the tree of life. *Nature Reviews Genetics*. Nature Publishing Group. 2005, vol. 6, pp. 361–375.
17. Mehmet Bayrakdar. Al-Jahiz And the Rise of Biological Evolutionism. *The Islamic Quarterly, Third Quarter*. London, 1983, pp. 1–25. Available at: <http://www.salaam.co.uk/knowledge/al-jahiz.php#top> (Accessed 02.02.2016)
18. *The Bhavaprakasa: Edited with Bhavabodhini Hindi commentary by Pushpalal Jha*. Chowkhamba Sanskrit Series Office, 1962, 145 p.
19. Venter J. C., Adams M. D., Myers E. W. et al. The sequence of the human genome. *Science*. 2001, vol. 291, pp. 1304–1351.