

Издается с 1912 года
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№9 2023 г.
ISSN 0032-874X

ПРИРОДА

300 лет
Российская Академия
Наук



ЛАУРЕАТЫ КОНКУРСА

«Минерал
года»

с. 3

ЮВЕЛИРНО-ПОДЕЛОЧНЫЕ СЕПТАРИИ

Республики
Карачаево-Черкесия

с. 13

«МОРСКИЕ КРОКОДИЛЫ»

в мезозое
Европейской России

с. 31

РЕДКОЛЛЕГИЯ

Главный редактор:
академик РАН, доктор биологических наук **А. В. Лопатин**

доктор биологических наук **А. С. Апт**, доктор геолого-минералогических наук **А. А. Арискин**, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук **П. И. Арсеев**, академик РАН, доктор биологических наук **Ф. И. Атауллаханов**, член-корреспондент РАН, доктор юридических наук **Ю. М. Батурин**, доктор биологических наук **Д. И. Берман**, доктор биологических наук **С. А. Боринская**, доктор биологических наук **П. М. Бородин**, профессор РАН, доктор физико-математических наук **Д. З. Вибе**, кандидат биологических наук **М. Н. Воронцова**, доктор биологических наук **М. С. Гельфанд**, член-корреспондент РАН, доктор геолого-минералогических наук **Д. П. Гладкочуб**, член-корреспондент РАН, доктор биологических наук **В. В. Глугов**, доктор химических наук **И. С. Дмитриев**, академик РАН, доктор физико-математических наук **Л. М. Зелёный**, член-корреспондент РАН, доктор экономических наук **В. В. Иванов**, член-корреспондент РАН, доктор химических наук **А. В. Кабанов**, академик РАН, доктор географических наук **Н. С. Касимов**, доктор биологических наук **С. Л. Киселёв**, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук **М. В. Ковальчук**, член-корреспондент РАН, доктор биологических наук **С. С. Колесников**, иностранный член РАН **Е. В. Кунин (E. Koopin, США)**, член-корреспондент РАН, профессор РАН, доктор биологических наук **М. А. Лагарькова**, доктор геолого-минералогических наук **А. Ю. Леин**, академик РАН, доктор биологических наук **В. В. Малахов**, **Ш. Миталипов (Sh. Mitalipov, США)**, профессор РАН, доктор геолого-минералогических наук **Т. К. Пинегина**, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук **Ю. В. Плугатарь**, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук **К. А. Постнов**, академик РАН, доктор биологических наук **О. Н. Пугачёв**, доктор физико-математических наук **М. В. Родкин**, кандидат географических наук **Ф. А. Романенко**, член-корреспондент РАН, доктор географических наук **О. Н. Соломина**, член-корреспондент РАН, профессор РАН, доктор биологических наук **Д. Д. Соколов**, доктор физико-математических наук **Д. Д. Соколов**, кандидат исторических наук **М. Ю. Сорокина**, академик РАН, доктор биологических наук **М. А. Федонкин**, академик РАН, доктор физико-математических наук **А. Р. Хохлов**, академик РАН, доктор физико-математических наук **А. М. Черепашук**, член-корреспондент РАН, доктор химических наук **В. П. Шибав**

М. Б. Бурзин (редактор отдела истории науки), кандидат географических наук **Т. С. Ключиткина** (редактор отдела наук о Земле), **Е. А. Кудряшова** (ответственный секретарь), кандидат биологических наук **Т. А. Кузнецова** (редактор отдела новостей науки), **Н. В. Ульянова** (редактор отдела наук о Земле), **О. И. Шутова** (редактор отдела биологии и медицины)

Состав редколлегии утвержден решением
Научно-издательского совета Российской академии наук 1 октября 2020 г.

НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ: Позднеюрские морские крокодиломорфы нападают на ихтиозавра.

Рисунок А. А. Атучина

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ: Конкреции и септарии, использованные в ландшафтном дизайне. Коллекция М. Н. Васильева (г. Черкесск).

Фото Д. А. Петроченкова

«Морские крокодилы» в мезозое Европейской России

Н. Г. Зверьков¹, М. С. Архангельский^{2,3}

¹Геологический институт РАН (Москва, Россия)

²Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского (Саратов, Россия)

³Саратовский государственный технический университет имени Ю. А. Гагарина (Саратов, Россия)

В юрских и нижнемеловых отложениях европейской части России найдены ископаемые остатки крокодиломорф талаттозухий (*Thalattosuchia*). Некоторые из них удалось отнести к родам, известным из других регионов мира. Расчет палеоширот для местонахождений показал, что находки из России расположены преимущественно между 44° и 50° северной широты, следовательно принадлежат наиболее северным представителям данной группы.

Ключевые слова: юра, ранний мел, талаттозухии, палеоклимат.



Позднеюрские метриоринхиды-торвонеусты
(*Torvoneustes*) пожирают ихтиозавра.

Рисунок А. А. Агучина

Талаттозухии (*Thalattosuchia*) — примечательная группа мезозойских морских рептилий, которая за юрский период прошла эволюционный путь от полуводных прибрежных хищников до форм, обитавших в открытом море. Хотя талаттозухии не так широко известны, как другие морские рептилии (ихтиозавры, плезиозавры и мозазавры), они были довольно разнообразными и многочисленными в морях юрского и начала мелового периодов, причем некоторые их представители достигали внушительных размеров (5–7 м) и находились на вершине пищевой пирамиды [1]. Часто для простоты талаттозухий называют «морскими крокодилами», хотя, по современным взглядам на систематику рептилий, они не относятся непосредственно к отряду крокодилов (*Crocodylia*), а считаются одной из их близкородственных групп в составе клады крокодилomorфов (*Crocodylomorpha*).

Среди талаттозухий наиболее приспособленными к жизни в открытом море были представители семейства метриоринхид (*Metriorhynchidae*), которые обзавелись многочисленными адаптациями для жизни вдали от берега. Их передние конечности преобразовались в небольшие «подводные крылья», которые они использовали в качестве рулей и стабилизаторов при плавании, а развившийся на конце их хвоста вертикальный плавник был основным двигателем [1]. Наружные покровы метриоринхид полностью утратили кожные окостенения (остеодермы), характерные для всех других крокодилomorфов, и их кожа стала гладкой и обтекаемой [2]. Гипертрофированные солевые железы помогали им избавляться от излишков соли, что важно для морских животных [3]. Данные по стабильным изотопам кислорода в зубах метриоринхид говорят в пользу того, что у них была пусть не настоящая теплокровность, но относительно ускоренный метаболизм [4].

Остатки метриоринхид известны из юрских и нижнемеловых отложений главным образом Западной Европы, а также из Северной и Южной Америки [1]. О метриоринхидах из России до сих пор почти ничего не было известно [5]. Это кажется удивительным, ведь на протяжении большей части мезозойской эры территория Восточно-Европейской платформы была покрыта обширным внутренним морем, которое обычно называют Среднерусским. Это море, судя по всему, было благоприятной средой обитания для морских пресмыкающихся, поскольку их ископаемые остатки довольно часто встречаются в юрских и меловых отложениях разных регионов европейской части России [6]. Однако, несмотря на почти двухсотлет-



Николай Геннадьевич Зверьков, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник Геологического института РАН. Занимается изучением мезозойских морских рептилий, их филогенеза, систематики и палеобиогеографии.
e-mail: zverkovnik@mail.com

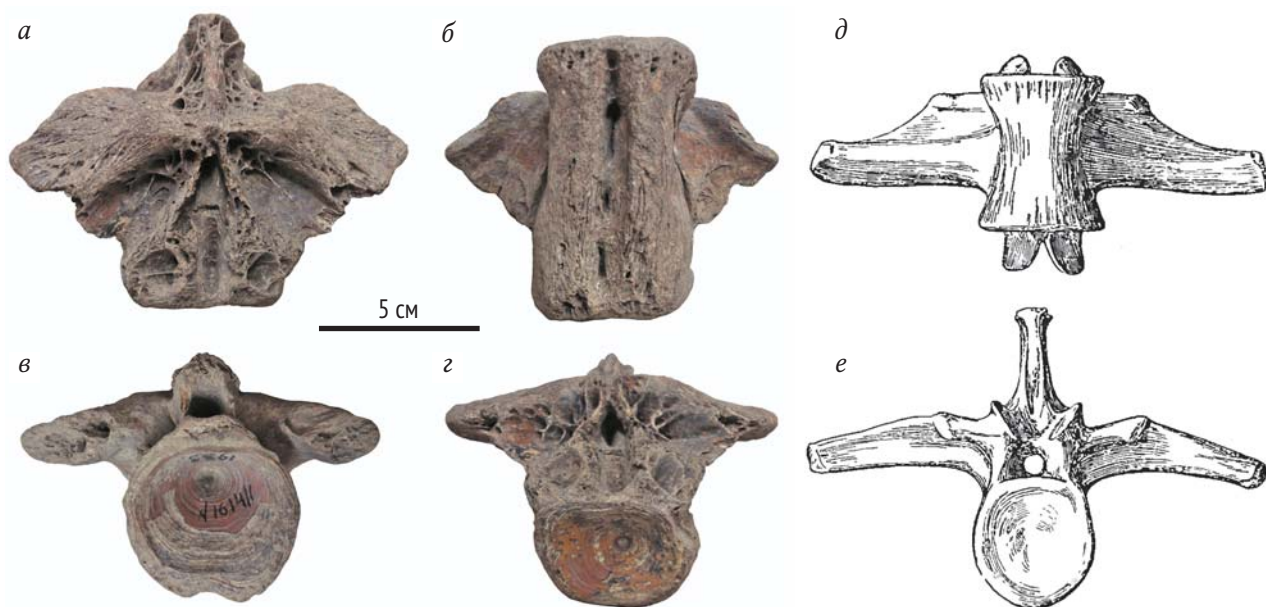


Максим Саввич Архангельский, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры общей геологии и полезных ископаемых Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, доцент кафедры нефтегазового дела Саратовского государственного технического университета имени Ю. А. Гагарина. Область научных интересов — систематика и эволюция морских мезозойских рептилий.
e-mail: paleozoo@gmail.com

нюю историю исследований мезозойских морских рептилий в России и многочисленные находки ископаемых остатков ихтиозавров, плезиозавров и мозазавров, кости талаттозухий с данной территории почти не отмечались, тогда как в Западной Европе и Америке они встречаются не реже, чем остатки ихтиозавров и плезиозавров.

Впервые о находке остатков метриоринхид в России сообщил профессор В. Г. Очев в 1981 г. на страницах журнала «Природа» [7]. Данную работу часто упоминали в литературе, как одно из немногих свидетельств существования морских крокодилomorфов в мезозое России. Однако изображение позвонка в статье не позволяло увидеть детали его строения. При внимательном переизучении этой находки оказалось, что за остатки метриоринхида были ошибочно приняты кости сома, вероятно, происходящие из четвертичных отложений [8].

Следующая публикация о метриоринхидах из России вышла лишь спустя семнадцать лет. Французский палеонтолог С. Хуа с соавторами описали первую достоверную находку метриоринхида из России — фрагмент челюсти и несколько позвонков и ребер из средневожских отложений Ульяновской обл. Эти данные свидетельствовали, что, по крайней мере, в конце юрского периода талаттозухии действительно заплывали в Среднерусское море [9]. Позднее, в сборниках тезисов палеонтологических конференций появилось несколько кратких сообщений о находках костей и зубов метриоринхид из Европейской России, но подробно те



Позвонки сома: *a–г* – фото сросшихся нескольких передних позвонков, входящих у сома в состав веберова аппарата, описаны В. Г. Очевым [7], как принадлежащие метриоринхиду (коллекция Хвалынского краеведческого музея); *д, е* – рисунок позвонка талаттозухии с разных сторон [13, fig. 62], для сравнения.

новые находки так никто и не изучил. Недавно, при обследовании музейных фондов было выявлено несколько ранее не описанных находок ископаемых остатков метриоринхид. Кроме того, во время полевых работ 2015–2021 гг., проводившихся в разных регионах Европейской России, удалось обнаружить остатки различных представителей юрских и раннемеловых талаттозухий.

Результаты изучения талаттозухий Европейской России были недавно опубликованы [8]. Коллективом российских авторов (совместно с ведущим специалистом по метриоринхидам М. Янгом из Великобритании) были описаны все доступные находки талаттозухий с территории нашей страны – одиннадцать изолированных зубных коронок и шесть позвонков метриоринхид из келловейских (средняя юра), оксфордско-кимериджских и волжских (верхняя юра), а также рязанских и/или валанжинских (нижний мел) отложений Европейской России. Также описан зуб талаттозухии из нижнего байоса (средняя юра) Волгоградской обл. – древнейшая находка юрской морской рептилии на территории европейской части России. Этот зуб отличается довольно примитивным строением, что не позволяет однозначно определить, принадлежал ли он представителю телеозаврид (*Teleosauridae*) или раннему метриоринхиду. Новые редкие находки, наряду с предыдущими сообщениями о талаттозухиях из России, доказывают, что представители данной группы рептилий появились в Среднерусском море с момента его

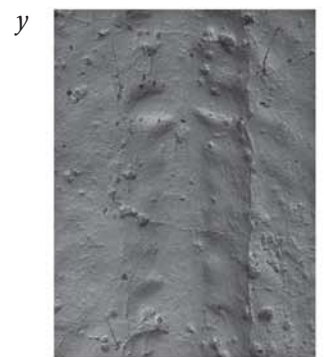
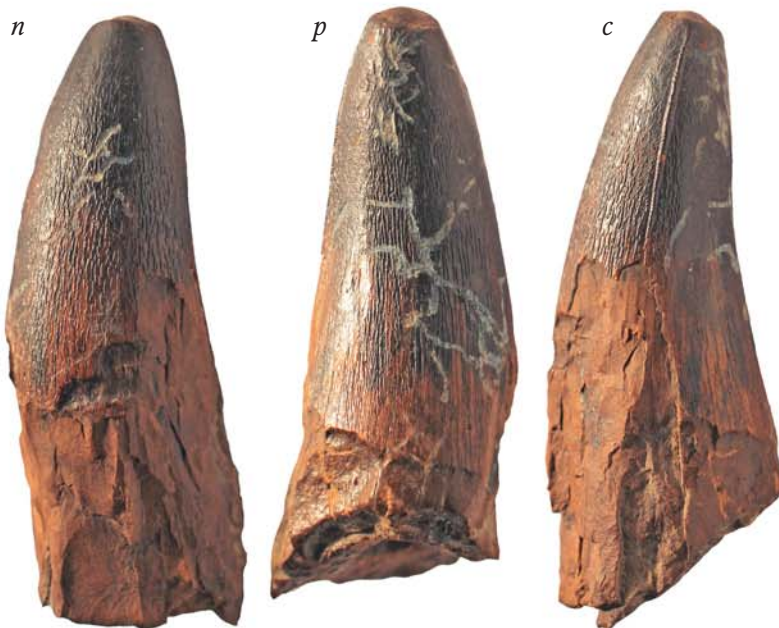
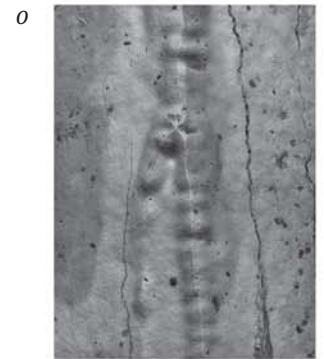
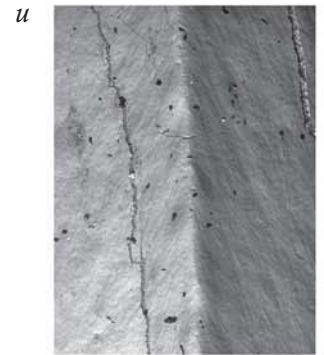
формирования в байосском веке (170 млн лет назад) и их различные представители обитали в этом море на протяжении 30 млн лет.

Средняя температура морских вод в Среднерусском море в юрском периоде времени могла составлять всего 5–13°C [10]. Таким образом, есть основания полагать, что некоторые талаттозухии были способны обитать в условиях довольно низких температур. Палеошироты для местонахождений метриоринхид в России попадают преимущественно между 44 и 50° северной широты. Это означает, что находки из Европейской России принадлежали наиболее северным представителям данной группы. Находки остатков метриоринхид на таких палеоширотах сравнительно редки, а на палеоширотах выше 50° метриоринхиды пока не найдены нигде в мире, в отличие от плезиозавров и ихтиозавров, скелеты которых нередко встречаются даже в регионах Арктики (палеошироты выше 80°) и Антарктики. Это подтверждает современные представления о том, что метриоринхиды (даже если и имели повышенный метаболизм) не были эндо-гомойотермными, как ихтиозавры и плезиозавры, многочисленные остатки которых известны из высокоширотных местонахождений Сибири и Арктики [11, 12], где кости талаттозухий никогда не находили.

Некоторые из исследованных зубов метриоринхид удалось отнести к родам, известным из других регионов мира. В келловейских отложениях Костромской и Рязанской обл. встречены



Зубы метриоринхид из келловейского (средняя юра) и оксфордского (верхняя юра) ярусов Европейской России: а-г – cf. *Thalattosuchus* из нижнего келловя Республики Мордовии; д-и – *Tyrannoneustes* sp. из среднего келловя Рязанской обл.; к-о – Geosaurinae gen. et sp. indet. из нижнего келловя Саратовской обл.; п-у – *Torvoneustes* sp. из оксфорда Владимирской обл. Зубы показаны с лабиальной (наружной) и лингвальной (внутренней) сторон, со стороны режущей кромки и сверху; и, о, у – фотографии режущих кромок зубов, полученные при изучении их на сканирующем электронном микроскопе.





Позвонки метриоринхид из волжского яруса (верхняя юра) геопарка «Ундория»: а – шейный, б – туловищный, в – хвостовой; слева направо показаны: вид со стороны сочленовной поверхности, вид сбоку, вид сверху и снизу.

формы, похожие на широко распространенных в Европе талаттозухов (*Thalattosuchus*) [13, 14]; два зуба из Московской и Рязанской обл. удалось отнести к западноевропейскому роду тираннонеуст (*Tyrannoneustes*), а зуб из оксфордских отложений Владимирской обл. – к крупному хищнику торво-неусту (*Torvoneustes*), который населял моря, некогда покрывавшие территории нынешних Европы и Мексики [15]. Некоторые же из изученных зубов оказались необычными. Например, зуб из нижнего келловея Саратовской обл., несомненно, принадлежал представителю подсемейства геозаврин (*Geosaurinae*), но отличается от всех ранее известных форм. Это древнейший метриоринхид, у которого развилась зубчатая режущая кромка. Данный факт усложняет наши представления об эволюции

этого признака у представителей семейства. Можно предположить, что зубчатый режущий край на зубах метриоринхид мог возникать неоднократно в ходе их эволюции. Некоторые из позвонков метриоринхид, найденных в геопарке «Ундория» сотрудниками Ундоровского палеонтологического музея, также имеют «нестандартную» форму. На шейном позвонке выпирает вентральный киль, что ранее не отмечалось ни у одного из представителей семейства. Необычные признаки некоторых из изученных зубов и позвонков, вероятно, указывают на то, что в Среднерусском море обитали не только формы метриоринхид, близкие западноевропейским, но и эндемичные. Надеемся, дальнейшие поиски и новые находки позволят узнать о них больше.

Литература / References

1. Young M. T., Sachs S., Abel P. Fossil Focus: Thalattosuchia. *Palaeontology Online*. 2018; 8(5): 1–13.
2. Spindler F., Lauer R., Tischlinger H., Mäuser M. The integument of pelagic crocodylomorphs (Thalattosuchia: Metriorhynchidae). *Palaeontologia Electronica*. 2021; 24(2): a25. DOI:10.26879/1099.
3. Fernández M. S., Gasparini Z. Salt glands in the Jurassic metriorhynchid *Geosaurus*: implications for the evolution of osmoregulation in Mesozoic crocodyliforms. *Naturwissenschaften*. 2008; 95: 79–84. DOI:10.1007/s00114-007-0296-1.
4. Séon N., Amiot R., Martin J. E. et al. Thermophysiologicals of Jurassic marine crocodylomorphs inferred from the oxygen isotope composition of their tooth apatite. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 2020; 375: 20190139. DOI:10.1098/rstb.2019.0139.
5. Скучас П. П., Ефимов М. Б., Резвый А. С. Надотряд Crocodyliformes. Ископаемые позвоночные России и сопредельных стран. Ч. 3: Ископаемые рептилии и птицы. М., 2015; 17–45. [Skutschas P. P., Efimov M. B., Rezvyi A. S. Superorder Crocodyliformes. Fossil vertebrates of Russia and adjacent Countries. Part 3: Fossil reptiles and birds. Moscow, 2015; 17–45. (In Russ.)]
6. Storrs G. W., Arkhangel'sky M. S., Efimov V. M. Mesozoic marine reptiles of Russia and other former Soviet republics. *The Age of Dinosaurs in Russia and Mongolia*. Cambridge, 2000; 187–210.
7. Очев В. Г. Морские крокодилы в мезозое Поволжья. *Природа*. 1981; 5: 103. [Ochev V. G. Marine crocodiles in the Mesozoic of Volga Region. *Priroda*. 1981; 5: 103. (In Russ.)]
8. Young M. T., Zverkov N. G., Arkhangel'sky M. S. et al. Thalattosuchian crocodylomorphs from European Russia, and new insights into metriorhynchid tooth serration evolution and their palaeolatitudinal distribution. *PeerJ*. 2023; 11. DOI:10.7717/peerj.15781.
9. Hua S., Vignaud P., Efimov V. M. First Record of Metriorhynchidae (Crocodylomorpha, Mesosuchia) in the Upper Jurassic of Russia. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*. 1998; 8: 475–484.
10. Wierzbowski H., Bajnai D., Wacker U. et al. Clumped isotope record of salinity variations in the Subboreal Province at the Middle–Late Jurassic transition. *Global and Planetary Change*. 2018; 167: 172–189.
11. Rogov M. A., Zverkov N. G., Zakharov V. A., Arkhangel'sky M. S. Морские рептилии и климат юры и мела Сибири. Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2019; 27(4): 13–39. [Rogov M. A., Zverkov N. G., Zakharov V. A., Arkhangel'sky M. S. Marine reptiles and climates of the Jurassic and Cretaceous of Siberia. *Stratigraphy and Geological Correlation*. 2019; 27(4): 398–423.]
12. Zverkov N., Grigoriev D., Danilov I. Early Jurassic palaeopolar marine reptiles of Siberia. *Geological Magazine*. 2021; 158(7): 1305–1322.
13. Andrews C. W. A descriptive catalogue of the marine reptiles of the Oxford Clay, based on the Leeds Collection in the British Museum (Natural History), London. Part II. London, 1913.
14. Young M. T., Brignon A., Sachs S. et al. Cutting the Gordian knot: a historical and taxonomic revision of the Jurassic crocodylomorph *Metriorhynchus*. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 2021; 192(2): 510–553.
15. Young M. T., Foffa D., Steel L., Etches S. Macroevolutionary trends in the genus *Torvoneustes* (Crocodylomorpha: Metriorhynchidae) and discovery of a giant specimen from the Late Jurassic of Kimmeridge, UK. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 2020; 189(2): 483–493.

“Marine Crocodiles” from the Mesozoic of European Russia

N. G. Zverkov¹, M. S. Arkhangel'sky^{2,3}

¹Geological Institute, Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

²Saratov Chernyshevsky State University (Saratov, Russia)

³Yuri Gagarin State Technical University of Saratov (Saratov, Russia)

Thalattosuchian fossil remains have been described from the Jurassic and Lower Cretaceous deposits of European Russia. Some of them belong to genera known from other regions of the world. Palaeolatitude calculations for the localities showed that the finds from Russia located mainly between 44–50 degrees north, and therefore the finds from Russia belong to the northernmost representatives of this group.

Keywords: Jurassic, Early Cretaceous, Thalattosuchia, paleoclimate.



ИЗДАТЕЛЬСТВО "НАУКА"
121099, г. Москва, Шубинский пер., д. 6, стр. 1
тел.: +7 (495) 276-77-35
info@naukapublishers.ru
naukapublishers.ru



ISSN 0032-874X



9 770032 874009