

ISSN 0032-874X

ПРИРОДА

5 17



Эффект мезозойской бабочки, или Эволюция, которой не было

В конце истории

Quodcumque retro est.

(Все, что прошло, — прошлое.)

Гораций

М.С.Архангельский,

кандидат геолого-минералогических наук

Саратовский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского

Саратов

А.Е.Нелихов

Москва

История не знает сослагательного наклонения. Что случилось — то случилось. Ничего нельзя переделать. Эта истина банальна, бесспорна, но ничуть не мешает строить прогнозы о том, как могла бы измениться наша жизнь или даже всемирная история, если бы что-то пошло по-другому.

На тему «что было бы, если бы» издано много книг, придумано немало занимательных гипотез. Наверное, самый яркий пример — рассказ Р. Брэдбери «И грянул гром» о путешественниках в прошлое. Во время охоты на динозавра один турист случайно раздавил мезозойскую бабочку. Ничтожное действие повлекло за собой глобальные последствия, как маленький камень, порождающий лавину. В будущем произошли принципиальные перемены. Благодаря этому рассказу в культуре и в науке появился термин «эффект бабочки».

Про альтернативные пути истории рассуждал и советский фантаст, известный палеонтолог И.А.Ефремов. В 70-х годах XX в. он начал писать (но не успел закончить) повесть «Ретвизан» — о том, как развивалась бы история, если бы было возможно изменить самую малость: не позволить капитану русского корабля получить контузию во время Русско-японской войны.

В Желтом море броненосец «Ретвизан» шел на таран японской флотилии. Капитан хотел отвлечь противника, чтобы русские корабли вышли из окружения в Порт-Артуре, но во время обстрела был ранен. Управление взял на себя другой офицер, первым делом отменивший приказ о таране. «Ретвизан» вернулся в Порт-Артур, который вскоре был сдан японцам. А дальше — цепочка печальных последствий: поражение в войне, разочарование народа в самодержавии, революции 1905 и 1917 гг., Гражданская война, распад империи, передел влияния на всей планете. И все это следствия, по мнению Ефремова, осколка мины, угодившей в голову капитану. Если бы удалось изменить траекторию осколка всего на три-четыре сантиметра, вся история человечества сложилась бы иначе. Возможно,

если бы Ефремов успел закончить повесть, мы бы говорили не про «эффект бабочки», а про «эффект «Ретвизана»».

Зачем вообще нужна альтернативная история? На этот вопрос есть много ответов разной степени остроумия. Самый общий может быть таким: альтернативные варианты развития событий нужны, чтобы лучше понять причины и следствия истории. И конечно, для того, чтобы было интереснее ее изучать. Альтернативная история применима к любым феноменам. Ведь все, доступное нам в опыте, развивается во времени. Органический мир Земли — не исключение.

В 1981 г. вышла книга Д.Диксона «После человека: зоология будущего»*, в которой автор попытался изобразить животных далекого будущего. Эта тема оказалась новой, интересной и плодотворной, и в 1988 г. вышла следующая его книга — «Новые динозавры»** — о том, как могли развиваться динозавры, если бы не вымерли в конце мелового периода. В игровом формате книга показывала важные тенденции развития биосферы, наглядно демонстрировала действие законов эволюции. Позже Диксон развил эту тему и написал бестселлер «Дикий мир будущего»***, по которому был снят многосерийный фильм.

С тех пор прошло не слишком много времени, но палеонтология уже очень существенно увеличила объем информации о разных группах вымерших животных и растений. Удалось глубже понять эволюционные тренды разных групп организмов, проследить генеральные линии в их развитии.

Интересные новые данные были получены и для позвоночных животных, обитавших на территории

* Dixon D. After man. A zoology of future. N.Y., 1981. См. также: Крылов И.Н. Знакомьтесь: животный мир будущего (вместо рецензии) // Природа. 1983. №6. С.126–128.

** Dixon D. The new dinosaurs. An alternative evolution. Topsfield, 1988.

*** Dixon D, Adams J. The future is wild: A natural history of the future. Firefly Books, 2002 (Диксон Д., Адамс Дж. Дикий мир будущего. М., 2003).

Поволжья в меловом периоде. Здесь располагалась южная окраина неглубокого Русского моря. Крупный Поволжский архипелаг протягивался от нынешней Пензы до Калача-на-Дону*.

Палеонтологи нашли многочисленные ископаемые остатки морских рептилий (ихтиозавров, плезиозавров, мозазавров) и животных, населявших острова архипелага (водоплавающих бескрылых птиц гесперорнисов, летающих птерозавров, динозавров). Это сообщество организмов с небольшими изменениями просуществовало около 60 млн лет и окончательно исчезло в конце мелового периода, во время «великого вымирания динозавров». Причины этой катастрофы остаются загадочными. Вероятнее всего, их было много, по русской пословице «беда не приходит одна».

Интенсивные фазы горообразования и глобальные аноксические события, климатические изменения и появление лиственных лесов, усиленная активность вулканов и падение уровня Мирового океана. Своего рода окончательную точку, вероятно, поставило падение астероида. Судя по огромному кратеру в Мексиканском заливе, удар был чудовищной силы. Если бы этот астероид промахнулся мимо Земли, эволюция мезозойских организмов, вероятно, продолжалась бы еще многие миллионы лет.

Современный уровень знаний об обитателях Русского моря и Поволжского архипелага позволяет нарисовать гипотетическую картину, как могли бы выглядеть потомки мезозойских животных, если бы им удалось дожить до сегодняшних дней (при сохранении в регионе существовавших в меловом периоде географических условий).

Ихтиозавры. В мезозойских морях они занимали экологическую нишу, сходную с той, что сейчас принадлежит дельфинам. В основном это были хищники средних и относительно крупных размеров, от полутора до пяти метров. Судя по морфологии зубов и содержимому желудков, они питались некрупной рыбой и головоногими моллюсками.

В ходе эволюции у продвинутых представителей группы развился мощный хвостовой плавник, выполнявший основную локомоторную функцию. Появился и крупный спинной плавник. Передние конечности-ласты сильно расширились и превратились в своеобразные подводные крылья, игравшие роль руля-стабилизатора [1]. Наиболее широ-



Гипотетический неоихтиозавр.

Здесь и далее рисунки А.А.Сменцарёва

кие и длинные передние плавники были у меловых ихтиозавров рода *Platypterygius*.

Некоторые ихтиозавры были глубоководными ныряльщиками и, судя по огромным глазным орбитам черепа и кольцам склеротики, охотились в темноте. Ряд признаков указывает, что они использовали эхолокацию, как современные китообразные.

Поздние ихтиозавры из рода *Leninia* и некоторые виды рода *Platypterygius* имели сильно удлиненные тонкие челюсти, похожие на ножницы. У этих ихтиозавров были двойные носовые отверстия, функциональное значение которых не совсем понятно. Возможно, ихтиозавры обладали проточной носовой системой, аналогичной той, что предполагается для плезиозавров. Вода могла входить в хоаны, протекать через носовые камеры и выходить из внешних носовых отверстий. Не исключено, что одна пара ноздрей выпускала воду, а другая использовалась для дыхания [2].

У потомков меловых ихтиозавров эти признаки могли развиваться дальше и привести к уникальной специализации ночного охотника за гигантскими моллюсками.

В питании ихтиозавров одну из главных ролей играли головоногие, в том числе аммониты. В ходе эволюции аммониты увеличивали размеры и усиливали защиту раковины: возрастала толщина ее стенок, увеличивалось количество шипов и мощных ребер (пример — представители рода *Parapuzosia*). Возможные неоаммониты могли бы достичь размеров детской карусели. Толстые прочные раковины, покрытые шипами, надежно защищали моллюска от хищников. Неоихтиозаврам пришлось бы атаковать этих гигантов очень быстро, чтобы они не успевали втянуть голову

* Архангельский М.С., Иванов А.В., Нелихов А.Е. Когда Волга была морем. Саратов, 2012.

в раковину. В случае удачного нападения хищник тонкими челюстями отрезал моллюску щупальца. Утрата не стала бы смертельной для неоаммонитов. Все головоногие обладают высокой способностью к регенерации и могут быстро восстанавливать утраченные конечности.

Огромные неоаммониты, вероятно, совершали бы суточные миграции и, как современные кальмары Гумбольдта, поднимались к поверхности моря по ночам. В связи с этим неоихтиозавры должны были бы стать ночными охотниками. Находить громадных моллюсков в темноте им помогали бы огромные глаза и дополнительная пара наружных носовых отверстий, обеспечивающих омывание обонятельного эпителия током воды. Передние лапы неоихтиозавров при этом сильно бы увеличились, как это наблюдается у современного горбатого кита.

Плезиозавры. Представители этой группы морских рептилий имели утолщенное веретенообразное тело и мощные конечности-ласты. У некоторых форм была длинная шея и относительно небольшая голова (*Elasmosauridae* и *Cryptoclididae*). У других — наоборот: шея сильно укорочена, а голова огромных размеров (*Pliosauridae*) [3]. Диета этих животных, в зависимости от размеров и морфологических особенностей, сильно различалась: от мелких рыб и головоногих до крупных рептилий. Некоторые длинношеие плезиозавры (*Mortueneria*, *Tatanectes*, *Kaiwhekea*), как предполагается, питались крилем: их тонкие длинные зубы образывали решетку, которая при процеживании воды удерживала мелкую живность в пасти [4].

Проведенное компьютерное моделирование показало, что для перемещения под водой плезиозавры использовали так называемый подводный полет, подобно современным пингвинам. Они пе-

редвигались, производя машущие движения крупными передними лапами. Задние конечности практически не принимали участия в движении. Этот продвинутый тип плавания позволял плезиозаврам развивать значительную скорость.

Большинству групп плезиозавров была свойственна эволюционная тенденция к увеличению размеров. У некоторых из них, например эласмозавров, сильно удлинилась шея, а голова стала относительно тела совсем небольшой. Несмотря на гигантские размеры (до 15 м), эти плезиозавры охотились лишь на мелкую рыбешку и головоногих. Вероятно, эти рептилии медленно парили в толще воды, время от времени схватывая зазевавшуюся добычу.

Можно предположить, что у неоэласмозавров-рыбоядов мог сохраниться тренд к дальнейшему увеличению шейного отдела позвоночного столба. В итоге размеры их туловищ не превышали бы 1/5 общей длины животного. Сверхдлинная шея позволяла бы охотиться, оставаясь практически на одном месте.

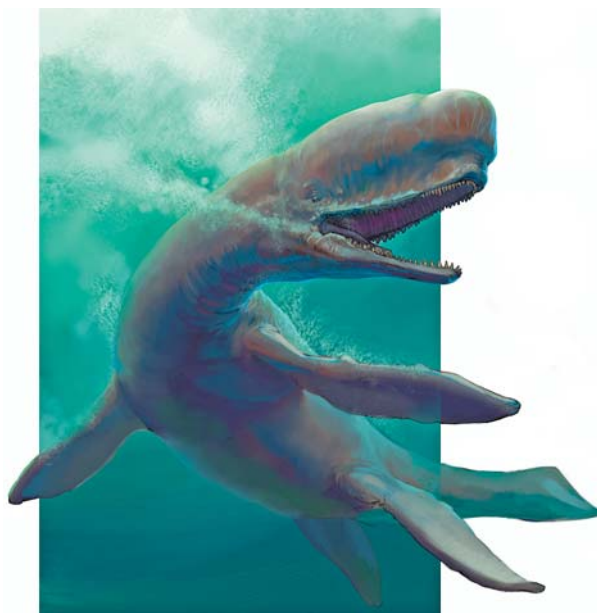
Утончение и удлинение зубов других эласмозаврид превратило бы их в гигантских пассивных фильтраторов, как это допускается для некоторых юрских и меловых плезиозавров. Тончайшие шиловидные зубы могли бы создать аналог китового уса. Активная охота даже на самых мелких пелагических животных стала бы невозможна. Шея этих морских рептилий могла бы стать несколько короче, а голова увеличилась. Неоэласмозавры-фильтраторы эволюционировали бы в своеобразные «морские пылесосы», которые засасывали креветок, водоросли, морских коньков и молодь кальмаров. Оба экологических типа громадных неоэласмозаврид населяли бы мелководья, где нет крупных хищников.



Гипотетический неоэласмозавр-рыбояд.



Гипотетический неозелмасавр-фильтратор.



Гипотетический неоплиозавр.

Другая эволюционная стратегия могла развиться у плиозаврид с крупной головой и сильно удлинённой мордой. Их мощные зубы были приспособлены к разрыванию огромной добычи и в челюстях располагались на значительном расстоянии друг от друга, как у современных зубатых китов. Длина животных достигала 10 м. Возможно, плиозавры были глухими, на что указывают особенности строения некоторых костей основания черепа. Вероятно, во время охоты они полагались на зрение и специальные сенсорные органы, схожие с рецепторами давления (нейромастами) на морде крокодила. Эти сенсоры позволяли им чувствовать вибрацию, исходящую от животных, находящихся в воде даже на большом расстоянии.

По другой версии, плиозавры обладали весьма своеобразным слуховым аппаратом. Дело в том, что в воде не нужен специализированный орган слуха (среднее ухо), как на суше, поскольку звуковые волны хорошо распространяются в жидкой среде и передаются через кости черепа прямо во внутреннее ухо. Таким образом, плиозаврам органом слуха могло служить все тело.

Возможные потомки плиозавров были бы способны занять экологическую нишу кашалотов, став глубоководными ныряльщиками, рыскающими в поисках добычи в темных безднах. Их мощная морда вытянулась

бы ещё больше, чтобы на ней разместилось огромное число сенсоров-нейромаст. Именно эти рецепторы играли бы главную роль при поиске добычи. Зрение неоплиозавров могло ухудшиться, а в передней части головы появился бы жировой мешок: он помогал бы регулировать плавучесть животного при нырянии и подъёме, а также амортизировал удары во время брачных схваток за самок. Схожие функции выполняет сперматозоидный мешок у кашалотов.

Мозазавры. Эти морские ящерицы — предполагаемые родственники варанов. Они были последней группой рептилий, сумевшей освоить Ми-



Гипотетический мозазавр.

ровой океан. Продвинутые представители мозазавриды обладали удлинённым телом, относительно небольшими конечностями-ластами и хвостовым плавником. Их анатомия позволяет предположить, что они плавали, волнообразно изгибаясь в горизонтальной плоскости, т.е. обладали «угревидной» локомоцией.

Длина большинства мозазавров не превышала 5 м, питались они рыбой. Но в конце своего эволюционного пути группа дала гигантские формы: мозазавр Гофмана (*Mosasaurus hoffmanni*) и тилозаврины (*Tylosaurinae*), длина которых достигала 17 м. Эти гиганты обладали мощными кинжаловидными зубами, охотились на более мелких собратьев, черепах и акул [5].

Также известны специализированные мозазавры рода *Goronyosaurus* с клыкообразными зубами и массивным черепом, они напоминали скорее крокодила, чем ящерицу [6]. Некоторые мозазавры (*Pannoniasaurus*), вероятно, обитали в пресной воде [7].

Тело неомозазавров могло значительно удлиниться, хвостовой плавник — сильно увеличиться в размерах, а голова — стать ещё более мощной и массивной. В сильных челюстях располагались бы дифференцированные зубы: округлые для дробления костей и раковин в задней части, острые для разрывания добычи — в передней. Нечто подобное наблюдалось у мозазавра прогнатодона (*Prognathodon*) [8].

У каких-то неомозазавров могли бы появиться ядовитые железы, как у современного комодского варана. Жертвы нападения этих морских рептилий умирали бы как от ран, так и от действия токсинов.

Некоторые неомозазавры охотились бы в мутных прибрежных водах или поднимались вверх по рекам, другие — приобрели бы гигантские размеры и заселили полярные широты. Плавать в холодной воде им позволила бы гигантотермия (инерционная теплокровность) — постоянство температуры тела в 20–25°C, связанное только с огромными размерами.

Птерозавры. В конце мелового периода на островах Поволжского архипелага гнездились представители последней группы птерозавров — аждархиды (*Azhdarchidae*). У представителей этой группы летающих ящеров отсутствовали зубы в клюве и были относительно узкие крылья [9].

В ходе эволюции шея аждархид удлинялась, увеличивались общие размеры животных. Не-

которые огромные аждархиды (*Quetzalcoatlus*), вероятно, уже не могли летать и стали пешеходами гигантских размеров. Они охотились на ящериц и мелких динозавров, собирали падаль и разоряли гнездовья других рептилий. По некоторым оценкам, такие птерозавры по высоте были сопоставимы с жирафами, а их вес мог составлять 250 кг [10].

Поволжские неоаждархиды тоже могли бы полностью разучиться летать. Этому способствовало бы обитание на островах, где нет естественных врагов. По внешнему виду и образу жизни они бы напоминали аистов и цапель и могли бы промысливать небольшими рептилиями, рыбой и беспозвоночными.

Птицы. Зубастые птицы гесперорнисы (*Hesperornis*) появились во второй половине мелового периода. Они отличались длинной шеей, а размеры их были сопоставимы с ростом взрослого человека. Гесперорнисы напоминали бескрылых гагарок и пингвинов, питались рыбой. Они были грузными и не умели летать, зато быстро плавали под водой [11].

Их вероятные потомки могли бы совсем перестать не только с воздушной средой, но и с суши, став полностью водными животными, подобно морским рептилиям. При этом они могли бы стать значительно крупнее, но, возможно, разучились бы нырять. Неогесперорнисы плавали бы по волнам и, как лебеди, опускали сверхдлинную шею в глубину, собирая со дна ракообразных и водоросли. Они могли бы объединяться в крупные колонии и тихо дрейфовать вдоль островов Поволжского архипелага, как гигантские поплавки. На сушу они вы-



Гипотетический неоаждархид.

ползали бы только для откладки яиц в горячий песок, как современные кожистые черепахи.

Динозавры. Самыми загадочными обитателями Поволжского архипелага были динозавры. Пока найдено крайне мало их остатков. Наиболее значительная находка — серия позвонков крупного титанозаврида из Ульяновской обл.

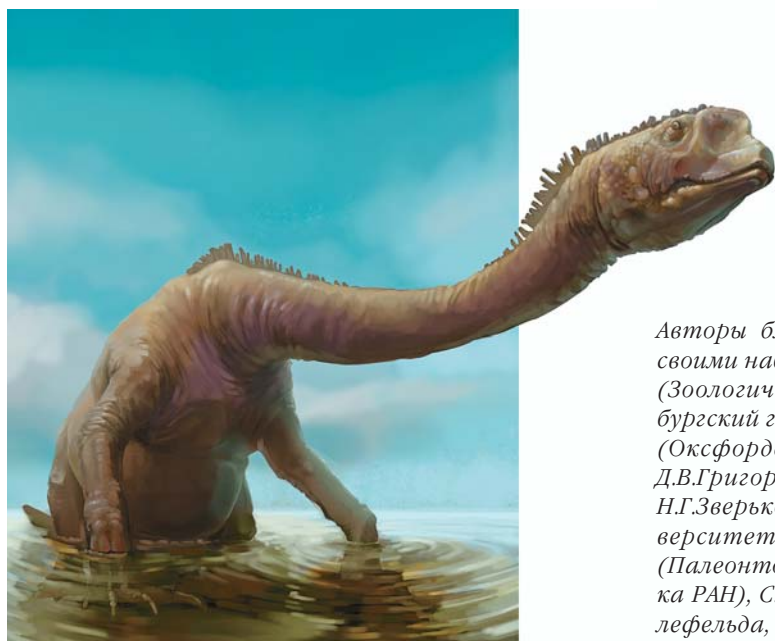
Титанозавры (*Titanosauria*) — одни из крупнейших наземных существ за всю историю планеты. Они достигали длины в 40 м и веса в 35 т. Это наиболее поздняя группа длинношеих завропод. Для них отмечается тенденция к укорочению хвоста и широкой постановке конечностей [12].

Неотитанозавры, обитавшие на островах Поволжского архипелага, могли бы уменьшиться в размерах (подобно *Magyarosaurus* из отложений маастрихтского яруса Румынии [13]), перейти к амфибийному образу жизни и почти все время проводить в прибрежной зоне, питаясь на водорослевых лугах. Их хвост, возможно, стал бы совсем коротким. Находиться в волноприбойной зоне им бы помогли удлиненные когти, выполняющие функции якоря. На голове могли бы появиться особые железы, выводящие избытки солей. Такие железы есть у современной морской игуаны амблиринха, которая питается водорослями. Потомки титанозавров могли бы, как амблиринхи, постоянно «вычищать» соленую слизь. Своим чиханием стадо неотитанозавров производило бы оглушительный шум — самый громкий звук Поволжского архипелага.

Этот архипелаг мог бы до сих пор располагаться на месте нынешних Саратова, Пензы, Ульяновска и Самары, если бы история планеты развивалась по другому сценарию. ■



Гипотетический неогесперорнис.



Гипотетический неотитанозаврид.

Авторы благодарят специалистов, поделившихся своими наблюдениями и гипотезами: А.О.Аверьянова (Зоологический институт РАН и Санкт-Петербургский государственный университет), Р.Бенсона (Оксфордский университет, Великобритания), Д.В.Григорьева (Зоологический институт РАН), Н.Г.Зверькова (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова), Н.В.Зеленкова (Палеонтологический институт имени А.А.Борисяка РАН), С.Сакса (Музей естественной истории Билефельда, Германия), И.М.Стеньшина (Ульяновский областной музей краеведения), Д.Сурмика (Университет Силезии, Польша).

Литература

1. McGowan C., Motani R. Ichthyopterygia. Handbook of Paleoherpetology. Pt.8. Munchen, 2003.
2. Fischler V., Arkhangelsky M., Naish D. et al. *Simbirskiasaurus* and *Pervushovisaurus* reassessed: implications for the taxonomy and cranial osteology of Cretaceous platypterygiine ichthyosaurs // Zoological Journal of the Linnean Society. 2014. V.171. №4. P.822–841.
3. Архангельский М.С., Сенников А.Г. Подкласс Synaptosauria // Ископаемые позвоночные России и сопредельных стран. Ископаемые рептилии и птицы. Ч.1 / Отв. ред. М.Ф.Ивахненко, Е.Н.Курочкин. М., 2008. С.224–243.
4. Cruickshank A.R.I., Fordyce R.E. A new marine reptile (Sauropterygia) from New Zealand: further evidence for a Late Cretaceous austral radiation of cryptoclidid plesiosaurs // Palaeontology. 2002. V.45. №3. P.557–575.
5. Lingham-Soliar T. Anatomy and functional morphology of the largest marine reptile known, *Mosasaurus boffmanni* (Mosasauridae, Reptilia) from the Upper Cretaceous, Upper Maastrichtian of the Netherlands // Phil. Trans. Royal Soc. London B: Biological Sciences. 1995. V.347. №1320. P.155–180.
6. Azzaroli A., Guili C. De, Torre D. An aberrant mosasaur from the Upper Cretaceous of north western Nigeria // Rendiconti della Classe di Scienze Fisiche Matematiche e Naturali (Accademia Nazionale dei Lincei). 1972. V.52. P.53–56.
7. Makádi L., Caldwell M.W., Ösi A. The first freshwater Mosasauroid (Upper Cretaceous, Hungary) and a new clade of basal Mosasauroids // PLoS ONE. 2012. V.7. №12. e51781. Doi:10.1371/journal.pone.0051781.
8. Russell D.A. Systematics and morphology of American mosasaurs (Reptilia) // Bulletin of the Peabody Museum of Natural History, Yale University. 1967. V.23. P.1–240.
9. Witton M.P. Titans of the skies: azhdarchid pterosaurs // Geology Today. 2007. V.23. P.33–38.
10. Witton M.P., Naish D. A reappraisal of azhdarchid pterosaur functional morphology and paleoecology // PLoS One. 2008. V.3. №5. e2271. Doi:10.1371/journal.pone.0002271.
11. Немов Л.А., Ярков А.А. Гесперорнисы в России // Русский орнитологический журнал. 1993. Т.2. №1. С.37–54.
12. Wilson J.A. Overview of sauropod phylogeny // The Sauropods: Evolution and Paleobiology / Eds. K.A.Curry Rogers, J.A.Wilson. Berkeley, 2005. P.15–49.
13. Huene F. von. Die fossile Reptil-Ordnung Saurischia, ihre Entwicklung und Geschichte // Monogr. Geol. Paleontol. 1932. Ser.1. №4. S.1–361.

ПРИРОДА

Ответственный секретарь
Е.А.КУДРЯШОВА

Литературный редактор
Е.Е.ЖУКОВА

Научные редакторы
М.Б.БУРЗИН

Художественный редактор
Т.К.ТАКТАШОВА

Т.С.КЛЮВИТКИНА

Заведующая редакцией
И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА

К.Л.СОРОКИНА

Н.В.УЛЬЯНОВА

Перевод
А.О.ЯКИМЕНКО

М.Е.ХАЛИЗЕВА

О.И.ШУТОВА

А.О.ЯКИМЕНКО

Графика, верстка:
С.В.УСКОВ

Свидетельство о регистрации
№1202 от 13.12.90

Учредитель:
Президиум Российской академии наук

Издатель: ФГУП «Издательство «Наука»
117997, Москва, Профсоюзная ул., 90

Адрес редакции: 117997,
Москва, ул.Профсоюзная, 90 (к.417)
Тел.: (495) 276-70-36 (доб. 4171, 4172)
E-mail: priroda@naukaran.com

Подписано в печать 24.04.2017

Формат 60×88 1/8

Бумага офсетная. Цифровая печать

Усл. печ. л. 11,16. Уч. изд. л. 12,2

Тираж 288 экз.

Заказ 286

Цена свободная

Отпечатано ФГУП «Издательство «Наука»,
(типография «Наука»)
121099, Москва, Шубинский пер., 6