

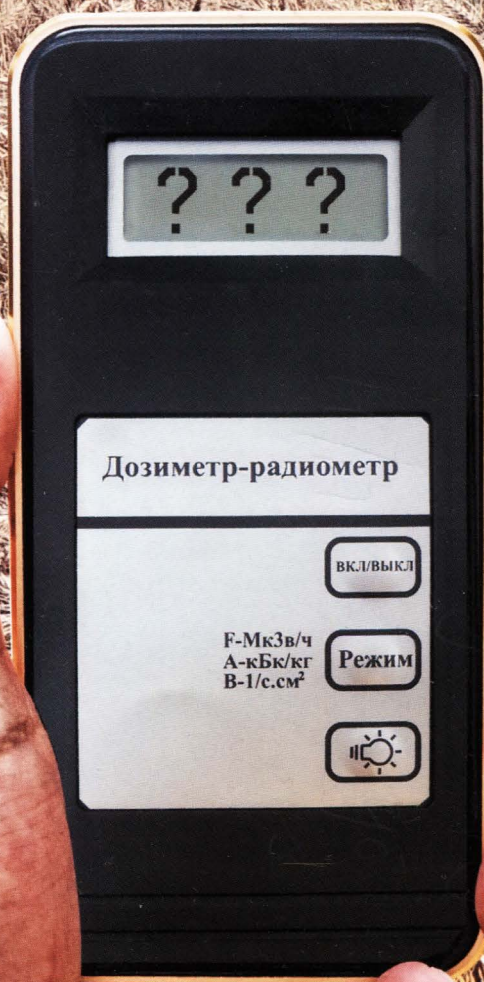
ПРИРОДА

7 2019

ОПАСНЫ ЛИ ДЛЯ ПОТРЕБИТЕЛЯ ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ, ПРОИЗВЕДЕННЫЕ В РЕГИОНЕ, ПОДВЕРГШЕМСЯ ЗАГРЯЗНЕНИЮ ЦЕЗИЕМ-137

**СЛЕД ЧЕРНОБЫЛЯ
В АГРОЛАНДШАФТАХ ЧЕРНОЗЕМЬЯ:
НЕЗАВИСИМАЯ ОЦЕНКА 30 ЛЕТ СПУСТЯ**

С.40



ПРИРОДА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ
ЖУРНАЛ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
Издается с января 1912 года

Главный редактор
академик, доктор физико-математических наук **А.Ф.Андреев**

Заместитель главного редактора
доктор физико-математических наук **А.В.Бялко**

доктор биологических наук **А.С.Апт**, доктор геолого-минералогических наук **А.А.Арискин**, член-корреспондент, доктор физико-математических наук **П.И.Арсеев**, **О.О.Астахова**, доктор биологических наук **Ф.И.Атауллаханов**, член-корреспондент, доктор юридических наук **Ю.М.Батурич**, доктор биологических наук **Д.И.Берман**, доктор биологических наук **П.М.Бородин**, **М.Б.Бурзин**, доктор физико-математических наук **А.Н.Васильев**, член-корреспондент, доктор филологических наук **В.И.Васильев**, кандидат биологических наук **М.Н.Воронцова**, доктор физико-математических наук **Д.З.Вибе**, кандидат физико-математических наук, доктор биологических наук **М.С.Гельфанд**, академик, доктор физико-математических наук **С.С.Герштейн**, профессор **А.Глухов** (**A.Glukhov**, США), академик, доктор физико-математических наук **Г.С.Голоцын**, доктор химических наук **И.С.Дмитриев**, кандидат биологических наук **С.В.Дробышевский**, академик, доктор физико-математических наук **Л.М.Зеленый**, академик, доктор биологических наук **Н.А.Зиновьева**, академик, доктор биологических наук **А.Л.Иванов**, профессор **Т.Йованович** (**T.Jovanović**, Сербия), доктор биологических наук **С.Л.Киселев**, кандидат географических наук **Т.С.Клювиткина**, член-корреспондент, доктор физико-математических наук **М.В.Ковальчук**, доктор биологических наук **С.С.Колесников**, **Е.А.Кудряшова**, профессор **Е.Куниин** (**E.Koonin**, США), доктор геолого-минералогических наук **А.Ю.Леин**, член-корреспондент, доктор биологических наук **В.В.Малахов**, профессор **Ш.Миталипов** (**Sh.Mitalipov**, США), доктор геолого-минералогических наук **Т.К.Пинегина**, доктор сельскохозяйственных наук **Ю.В.Плугатарь**, доктор физико-математических наук **М.В.Родкин**, академик, доктор биологических наук **Л.В.Розенштраух**, кандидат географических наук **Ф.А.Романенко**, академик, доктор физико-математических наук **А.Ю.Румянцев**, член-корреспондент, доктор биологических наук **Н.И.Санжарова**, доктор физико-математических наук **Д.Д.Соколов**, кандидат физико-математических наук **К.Л.Сорокина**, кандидат исторических наук **М.Ю.Сорокина**, **Н.В.Ульянова**, академик, доктор биологических наук **М.А.Федонкин**, академик, доктор физико-математических наук **А.Р.Хохлов**, академик, доктор физико-математических наук **А.М.Черепашук**, академик, доктор физико-математических наук **Ф.Л.Черноусько**, член-корреспондент, доктор химических наук **В.П.Шибяев**, **О.И.Шутова**, кандидат биологических наук **А.О.Якименко**

В НОМЕРЕ:

3 Ю.Н.Ефремов

Вечное молчание Вселенной?

Одна из самых трудных проблем в современной науке — поиск жизни, и прежде всего разумной жизни во Вселенной. Вокруг звезд обнаружено свыше четырех тысяч планет, но пока не найдено следов другого разума. Неужели мы одиноки в пустыне Мира?

12 Д.И.Берман, Н.А.Булахова

Граница на заморе, или Что не пускает травяную лягушку из Европы в Азию

Травяная лягушка, обитающая почти во всей Европе, успешно преодолевает Урал и без видимых причин останавливается: восточная граница ее ареала проходит поперек бассейна сбегаящих с гор многочисленных рек. Судя по результатам лабораторных экспериментов, продвижение травяной лягушки на восток сдерживает катастрофическое падение концентрации растворенного кислорода в сибирских реках зимой, т.е. заморы.

27 В.Г.Колокольцев

Ярегский титановый феномен

Самое большое в нашей стране (около 50% российских запасов) и одно из крупнейших в мире по количеству титановых руд — Ярегское нефтетитановое месторождение, которое находится на Тиманском кряже. Его уникальность состоит не только в огромном количестве руды, но и в геологическом строении.

40 Т.А.Парамонова, О.Л.Комиссарова, Л.А.Турыкин, Н.В.Кузьменкова, Г.И.Агапкина, С.В.Мамихин

След Чернобыля в агроландшафтах Черноземья: независимая оценка 30 лет спустя

В результате аварии на Чернобыльской атомной станции черноземная зона России подверглась загрязнению радиоцезием. Не опасны ли для потребителя продукты питания, произведенные в пострадавшем регионе спустя 30 лет после аварии?

52 А.М.Фархутдинов, И.М.Фархутдинов, Р.А.Исмагилов

«Горящая гора» Янгантау в Республике Башкортостан

Гора Янгантау — одно из редких мест на планете, где в платформенных условиях проявляются термальные процессы, не связанные с вулканической деятельностью. Здесь расположен одноименный курорт, использующий целебные свойства паровыделений. Последние годы наблюдается постепенное снижение температуры источников Янгантау, и проблема их сохранения чрезвычайно актуальна.

62 Е.Н.Черных

Культуры *Ното* в оценках мироздания и архетипы ментальности

Окончание

72 НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

С.В.Наугольных

Расцвет и закат гетероспоровых плауновидных

80 ВРЕМЕНА И ЛЮДИ

М.С.Бараш

Мария Васильевна Кленова: наука и жизнь

89 РЕЦЕНЗИИ

Б.В.Базаров, Л.В.Курас

От геологии Земли к познанию человека Размышления историографов по поводу монографии академика М.И.Кузьмина

(на книгу: М.И.Кузьмин. Мое познание геологии Земли)

94 НОВЫЕ КНИГИ

CONTENTS:

3 Yu.N.Efremov

The Eternal Silence of the Universe?

One of the most difficult issue of the contemporary science is search for the life, and first of all the intellectual life, in the Universe. We know about practically four thousand planets around different stars, but so far we have not found traces of another mind. Are we alone in the desert of the World?

12 D.I.Berman, N.A.Bulakhova

How Winterkill Suffocations Stop the Common Frog Spreading from Europe to Asia

The common frog that lives in almost all of Europe successfully overcomes the Urals and stops for no apparent reason: the eastern border of its range passes across the basin of numerous rivers running down from the mountains. According to the results of laboratory experiments, the distribution of the frog eastward is limited by a catastrophic decrease in the concentration of dissolved oxygen in winter, i.e. winterkill suffocations, in Siberian rivers.

27 G.V.Kolokoltsev

Yarega Titanium Phenomenon

The largest in our country (about 50% of Russian reserves) and one of the largest in the world in terms of the amount of titanium ores is the Yarega oil and titanium field deposit, which is located on the Timan Ridge. Its uniqueness consists not only in a huge amount of ore, but also in its geological structure.

40 T.A.Paramonova, O.L.Komissarova, L.A.Turykin, N.V.Kuzmenkova, G.I.Agapkina, S.V.Mamikhin

Chernobyl Trace in the Agricultural Landscapes of the Chernozem Regions: Independent Evaluation 30 Years Later

As a result of the accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant, the Chernozem regions of Russia were contaminated with radioactive cesium. Is the food produced in these region dangerous for the consumer 30 years after the accident?

52 A.M.Farkhutdinov, I.M.Farkhutdinov, R.A.Ismagilov

The Burning Mountain Yangantau of the Republic of Bashkortostan

Yangantau Mountain is one of the rare places on our planet where thermal processes occur in platform conditions that are not associated with volcanic activity. Here is a resort that uses the healing properties of steam emissions. In recent years, there has been a gradual decrease in the temperature of the Yangantau streams, and the problem of their conservation is extremely relevant.

62 E.N.Chernykh

Homo Cultures in the Estimates of the Universe and the Archetypes of Mentality

The ending

72 SCIENTIFIC COMMUNICATIONS

S.V.Naugolnykh

Flourishing and Decline of Heterosporous Lycopodiophytes

80 TIMES AND PEOPLE

M.S.Barash

Maria Vasilyevna Klenova: Science and Life

89 BOOK REVIEW

B.V.Bazarov, L.V.Kuras

From Earth's Geology to Human Knowledge
Reflections of historiographers
on the monograph of academician M.I.Kuzmin
(on the book: M.I.Kuzmin. My Perception of Geology of the Earth)

94 NEW BOOKS

Вечное молчание Вселенной?

Ю.Н.Ефремов

Государственный астрономический институт имени П.К.Штернберга Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова (Москва, Россия)

Статья посвящена одной из самых трудных проблем в современной науке — поискам жизни, и прежде всего разумной жизни во Вселенной. Ныне вокруг звезд обнаружено свыше 4 тыс. планет. И это триумф нынешней науки. Поиски планет будут продолжаться на вступающих в строй новых орбитальных телескопах. Однако пока мы одни во Вселенной, и это позволяет давать самые разные объяснения. Вполне возможно, что результаты деятельности инопланетян мы уже наблюдаем в окрестностях далеких звезд, но не осознаем этого. Так или иначе, ныне среди ученого мира есть сторонники и наличия, и отсутствия жизни вне Земли. В статье описываются некоторые странные конфигурации в других галактиках, происхождение которых остается непонятым, и современные дискуссии о возможности разумной жизни в других мирах.

Ключевые слова: звезды, планеты, галактики, жизнь вне Земли.

Мы дошли почти до края Вселенной — и в пространстве, и во времени. Мы поняли эволюцию звезд, обнаружили вокруг них планеты, но не нашли следов другого разума. Неужели мы одиноки в пустыне Мира? Эта проблема становится все более серьезным вызовом всему современному научному знанию*.

«Вечное молчание этих бесконечных пространств ужасает меня», — писал Блез Паскаль в 1669 г. Нас это молчание Вселенной должно пугать еще больше! Мы-то давно летаем на другие планеты, мы уже около 60 лет ищем голос с неба: с той поры, когда радиотелескоп был впервые (но ненадолго) направлен в небо специально для поиска сигналов от внеземных цивилизаций.

Поиски продолжают, но не приносят результатов. Сигналов нет. А между тем за последние годы мы научились обнаруживать планеты вокруг других звезд. Ныне их известно более 4 тыс.** И это лишь в небольшом уголке неба — в созвездии Лебедя, куда с марта 2009 г. был нацелен специализированный орбитальный телескоп «Кеплер». Он прекратил свою работу в ноябре 2018 г. — по исчерпанию запаса топлива, необходимого для его ориентации. Но на смену ему приходят новые



Юрий Николаевич Ефремов, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела изучения Галактики и переменных звезд Государственного астрономического института имени П.К.Штернберга Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова. Область научных интересов — звездообразование, строение нашей и других галактик, звездные группировки, история астрономии, борьба с лженаукой.
e-mail: efremovni@yandex.ru

аппараты. Результаты, полученные «Кеплером», уже показали, что планеты — и не одна — есть у каждой звезды!

Отсутствие наблюдаемых признаков существования внеземного разума остается величайшей загадкой Мироздания. Однако печальный пример современной России говорит о том, что общество, в котором главной движущей силой становится максимизация доходов, может прекратить заботу о развитии фундаментальной науки. Если это происходит и с другими цивилизациями, неудивительно, что мы не видим признаков их существования. Они либо вымерли, либо вернулись в первобытное состояние...

Проблема молчания Вселенной (и вообще отсутствия наблюдаемых признаков существования в ней других разумных существ) волнует нас все больше и больше, хотя надо бы и привыкнуть к этой не очень-то понятной ситуации. Планеты у других звезд, обнаруженные благодаря аппарату «Кеплер», образуют системы, похожие на нашу Солнечную.

* См.: Родкин М.В. Самая актуальная проблема человечества? // Природа. 2018. №2. С.29–36.

** exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/index.html

И есть ведь один совершенно достоверный факт, указывающий на возможность разумной жизни в нашей Галактике, — наше собственное существование. Это единичный факт, но он имеет огромное значение, подобно тому, как величайший секрет атомной бомбы состоял уже в том, что сделать ее можно. Мы есть, и мы разумны, а наша Земля уже «засветилась» в космосе, вплоть до расстояний не менее ~70 св. лет благодаря телевидению и радарам. Их коротковолновое радиоизлучение пробивает земную атмосферу. А отклика все нет и нет...

По мере прогресса науки молчание Вселенной вызывает все больше вопросов. Проблема существования внеземного разума — теперь не область досужих фантазий, а глубочайшая научная и философская проблема, изучение которой помогает нам лучше понять и нас самих.

Парадокс Ферми

Как известно, первая научная постановка проблемы связи с внеземными цивилизациями (а лучше сказать — обнаружения их сигналов) относится к 1959 г., когда в журнале «Nature» была опубликована статья Дж.Коккони и Ф.Моррисона, в которой они проанализировали возможности радиосвязи с обитателями ближайших звезд [1]. Эти авторы показали, что если обитатели других миров используют технику, близкую нашей, то мы могли бы уже сейчас обнаружить их сигналы на волне 21 см — на ней излучают атомы нейтрального водорода (главного компонента межзвездных газовых облаков). Первые эксперименты по поиску сигналов внеземных цивилизаций провел Ф.Дрейк в апреле 1960 г. на Национальной радиоастрономической обсерватории США в Грин Бэнке. Радиотелескоп направлялся на Тау Кита и на Эпсилон Эридана — близкие звезды, похожие на Солнце. Наблюдения продолжались три месяца, и, как известно, никаких сигналов обнаружено не было.

С тех пор в различных странах были проведены десятки кратковременных сеансов наблюдений в радиодиапазоне, применялись различные стратегии и методики поиска. Но результатов нет как нет. Остаются безуспешными немногочисленные поиски сигналов и в других диапазонах спектра электромагнитных излучений. Однако всего лишь за несколько миллионов лет для цивилизации, которая технологически развивается нашими нынешними темпами, должна стать доступна вся Галактика. А в нашей звездной системе многие миллиарды звезд старше Солнца и Земли на несколько миллиардов лет.

Если другие цивилизации существуют повсеместно, то даже в пределах нашей Солнечной системы должны наблюдаться явные признаки их присутствия. Так, где же все *они*? Этот вопрос еще дав-

но задал своим собеседникам Э.Ферми*. Как подчеркивал академик Н.С.Кардашёв, парадокс Ферми — величайшая загадка природы. И с каждым годом он становится все более загадочным. Ибо объем и глубина наших знаний продолжают неуклонно возрастать...

В 1975 г. М.Харт и И.С.Шкловский независимо друг от друга предложили радикальное решение этой проблемы: они молчат потому... что их просто нет. Однако мнения этих астрономов о причинах такого несуществования весьма различались. Харт писал: «...возможно, что одна или две цивилизации проэволюционировали и разрушили себя в ядерной войне, но невероятно, чтобы каждая из, скажем, 10 тыс. других цивилизаций сделали то же» [2]. И, если они не замечены, значит, они не существуют. Харт заключил, что отсутствие признаков существования внеземного разума «является сильным свидетельством того, что мы — первая цивилизация в нашей Галактике» [2]. Но астрономы испокон веков противятся идее о нашей исключительности.

В то же время Шкловский на Зеленчукской конференции по внеземным цивилизациям (1975 г.) предположил, что отсутствие «космических чудес» (т.е. наша способность объяснить все наблюдаемые явления и объекты) означает наше одиночество во Вселенной. Молчание космоса свидетельствует о том, что, достигнув определенной стадии развития, разум всегда погибает [3]. Это было время ракетно-ядерного противостояния. Грядущая гибель человечества казалась вероятной уже поэтому. Для земной цивилизации возможность дать о себе знать появилась почти одновременно с возможностью самоуничтожения.

Вывод, сделанный Шкловским, в сущности, трагичен. Разум представляет собой какое-то сверхспециализированное гипертрофированное приспособление, вроде клыков саблезубого тигра, сначала помогающих в борьбе за выживание, но затем, при изменении внешних условий, причиняющих только вред. Шкловский в 1984 г. писал: «...став на точку зрения, что разум — это только одно из бесчисленных изобретений эволюционного процесса, да к тому же, возможно, приводящее вид, награжденный таким изобретением, к эволюционному тупику, мы, во-первых, лучше пойдем место человека во Вселенной и, во-вторых, объясним, почему не наблюдаются космические чудеса» [3].

Молчание Вселенной можно, однако, объяснить и многими другими соображениями. В своей монографии о проблеме SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence)** Л.М.Гиндилис называет око-

* См.: Поиск внеземных цивилизаций // Природа. 2015. №12. С.44–49.

** Общее название проектов и мероприятий по поиску внеземных цивилизаций и возможному вступлению с ними в контакт.

ло 20 возможных причин Великого Молчания [4]. Одну из наиболее вероятных предложил еще Станислав Лем много лет назад. Он отмечал, что характерный масштаб технологического развития на Земле, от появления новой теории до создания на ее основе распространенного устройства (например, от Максвелла до наших дней), измеряется всего лишь 100–150 годами. Даже если начинать отсчет от древних греков, прогресс человечества занял лишь около 20 веков, а возраст старейших звезд, имеющих примерно солнечное содержание тяжелых элементов, больше на семь порядков. Мы не можем представить себе научно-технический потенциал человечества даже через 100 лет, не говоря уже о миллиардах лет. Конечно, если развитие науки будет продолжаться.

Вполне возможно, что мы *их* (точнее говоря, результаты их деятельности) уже наблюдаем, но не осознаем этого. Такой позиции придерживался и Лем. Деятельность внеземного разума может порождать явления, которые мы неизбежно будем считать естественными, если они находятся за горизонтом нашего сегодняшнего знания. Периоды с похожей технологией, длящиеся не более века, должны совпасть во времени, а ведь вполне возможны различия возрастов цивилизаций в миллионы и миллиарды лет! Вероятность близости возрастов (тем более у недалеких от нас цивилизаций) ничтожно мала. Лем в романе «Фиаско» писал: «Окно контакта — это космический миг. От лучины до керосиновой лампы прошло 16 тыс. лет, от лампы до лазера — 100 лет. Количество информации, необходимой для шага лучина—лазер, может быть приравнено к информации, необходимой для шага от обнаружения наследственного кода к его внедрению в послеплатомную промышленность».

Так или иначе, отсутствие сигналов от внеземных цивилизаций не обязательно означает отсутствие их самих. Какими способами передачи сигналов *они* будут пользоваться? Некому было принять на Земле радиопослание другой цивилизации, если бы оно пришло до середины XX в. Ныне мы принимаем радиоволны от всей (нашей) Вселенной — до расстояний в 13 млрд св. лет, ловим нейтринное излучение Солнца (8 св. мин). И уже лет 15 существуют приемники гравитационных волн, которые три года назад обнаружили первые две тесные пары сверхмассивных и сверхкомпактных звезд. Невозможно вообразить, чем мы будем располагать через 100 лет и тем более через тысячу. А через 5 млрд? А ведь подавляющее большинство звезд (а значит, и планет) старше нашего Солнца на несколько миллиардов лет.

Если предела знанию нет, возможности очень старых цивилизаций нам нельзя и представить... Они могут управлять движением звезд (об этом

давно говорил Кардашëв), а может быть, и творить новые галактики и даже новые вселенные... Почему бы и нет? В рамках современной физики уже можно сказать, какова должна быть энергия столкновения двух элементарных частиц, чтобы результирующая черная дыра начала расширяться в другое пространство, как новая вселенная. Таким сверхмогучим цивилизациям мы не более интересны, чем нам — муравьи. Во всяком случае, мы не пытаемся вступить с ними в контакт. Некоторые явления, которые мы считаем естественными, на самом деле могут быть результатом или даже отходами *их* деятельности.

Заметим, что в рассуждениях о краткости окна контакта, периода соизмеримости *их* и наших знаний о мироздании, предполагается неисчерпаемость научного познания. Но если существует полная физическая теория (*Окончательная теория всего*), она должна быть справедливой для всей нашей Вселенной (в других вселенных физика совсем другая?). И если продолжится развитие земной цивилизации и науки, то мы эту теорию рано или поздно постигнем. Поняв все в нашей Вселенной, мы будем способны отличить естественные явления от искусственных.

Конечно, мы должны сделать все возможное, чтобы найти естественное объяснение молчанию Вселенной. Даже суперинтеллект подчиняется ее физическим законам. Определить, видим ли мы искусственные объекты и слышим ли сигналы другого разума, нелегко, а может быть, и невозможно на нашей (человеческой) стадии развития. Принцип «презумпции естественности», выдвинутый Шкловским, справедливо требует «до последней крайности» искать «естественные» объяснения объектов и явлений. Но не следует его абсолютизировать или превращать в запрет на полет фантазии.

Странные объекты

Так или иначе, в поисках внеземного разума нет другого пути, как искать и исследовать все странные объекты и при этом всегда иметь в виду то, что мы можем столкнуться со следами деятельности разумных субъектов [5, 6]. Надо помнить, что и природа, и предназначение такого рода объектов или явлений могут полностью находиться вне круга наших знаний и понятий. Необходимо как можно больше внимания уделять феноменам, которые сейчас мы не можем объяснить. Как писал Лем, если бы мы увидели до 1939 г. ядерный взрыв на Луне, мы не смогли бы объяснить его иначе, как падением астероида или извержением вулкана.

Кроме того, надо помнить, что окно контакта, скорее всего, открывается ненадолго. Что может заставить *других* непрерывно посылать во все стороны радиосигналы, сообщающие об их существова-

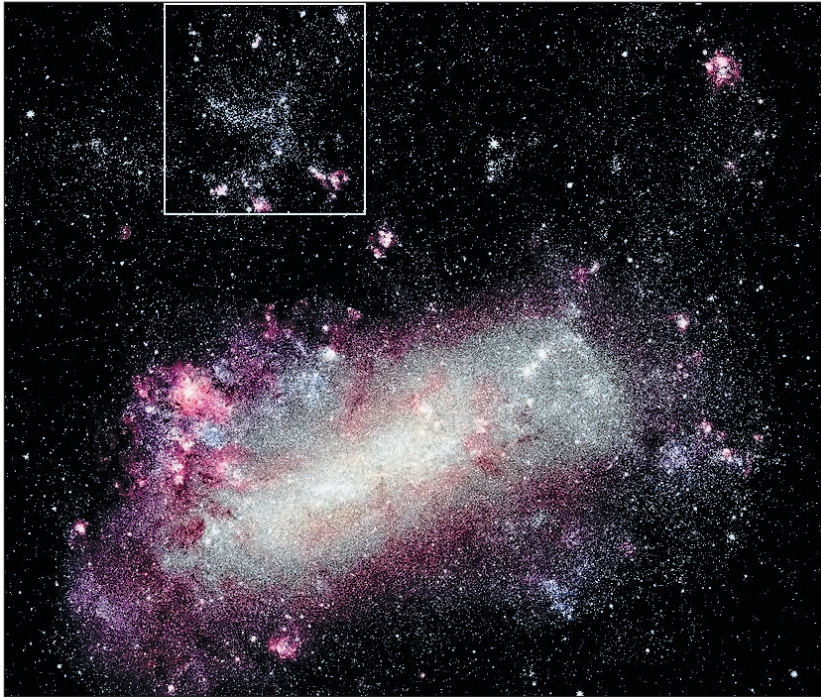


Рис.1. Спутник нашей Галактики — неправильная галактика Большое Магелланово Облако. Звездные дуги расположены на северо-восточной ее окраине (слева вверху, внутри квадрата).

нии? Мы этого не делаем и не сможем делать в обозримом будущем. Наверное, и *они* тоже не могут.

Когда-то я высказал Шкловскому идею, что надеяться можно только на случайный перехват узконаправленного «разговора» двух цивилизаций,



Рис.2. Две звездные дуги (расположенные в квадрате, очерченном на рис.1) на севере Большого Магелланова Облака. Меньшая дуга моложе, она содержит горячие звезды и газы туманности, ионизованные излучением этих звезд.

и поэтому надо обращать внимание на необычные радиоисточники в диаметрально противоположных точках неба. Иосиф Самойлович только печально улыбнулся: «Ну как же вы не понимаете, ведь это означало бы, что существует целых три цивилизации, и все три находятся на одной прямой». К тому времени основоположник изучения проблемы внеземных цивилизаций в нашей стране был уже убежден, что либо их нет, либо они кончают самоубийством, прежде чем дадут о себе знать...

Итак, не следует рассчитывать на то, что *их* сигналы предназначены цивилизациям, находящимся на столь низком уровне, как наша. Мы можем, однако, рассматривать гипотезы о том, что некоторые явления и объекты могут быть искусственными, если не удастся объяснить их естественным путем.

Конечно, прежде чем говорить серьезно о такой возможности, мы должны исчерпать все наши современные знания. Это единственный путь развития науки. Если *Окончательная теория всего* будет постигнута (никто не знает, существует ли она), каждое явление, не объяснимое ею, можно будет считать искусственным. Или же теорию следует признать отнюдь не окончательной.

Едва ли не экстремальный случай такой ситуации представляют очень редкие правильные звездные конфигурации, для возникновения которых не существует приемлемого объяснения. Их немного. Это, прежде всего, гигантские звездные дуги в Большом Магеллановом Облаке (рис.1–3) и округлый звездный комплекс в спиральной галактике NGC 6946 (рис.4, 5). Каково происхождение этих структур, почему они обрисовывают дуги правильных окружностей? Однозначных ответов нет и поныне. Теоретически, правильные дуги звезд могли возникнуть из плотного газа, на который воздействовал временно функционировавший мощный источник лучевого давления, находившийся в их центрах. Но и следов таких источников в Магеллановом Облаке не видно. Другая возможность возникновения правильной дуги — быстрое движение газового облака в умеренно сопротивляющейся среде. Но для гигантских дуг в Большом Магеллановом Облаке такое объяснение явно не проходит уже потому, что меньшая (юго-западная) дуга звезд сопровождается ионизованным газом (см. рис.2).

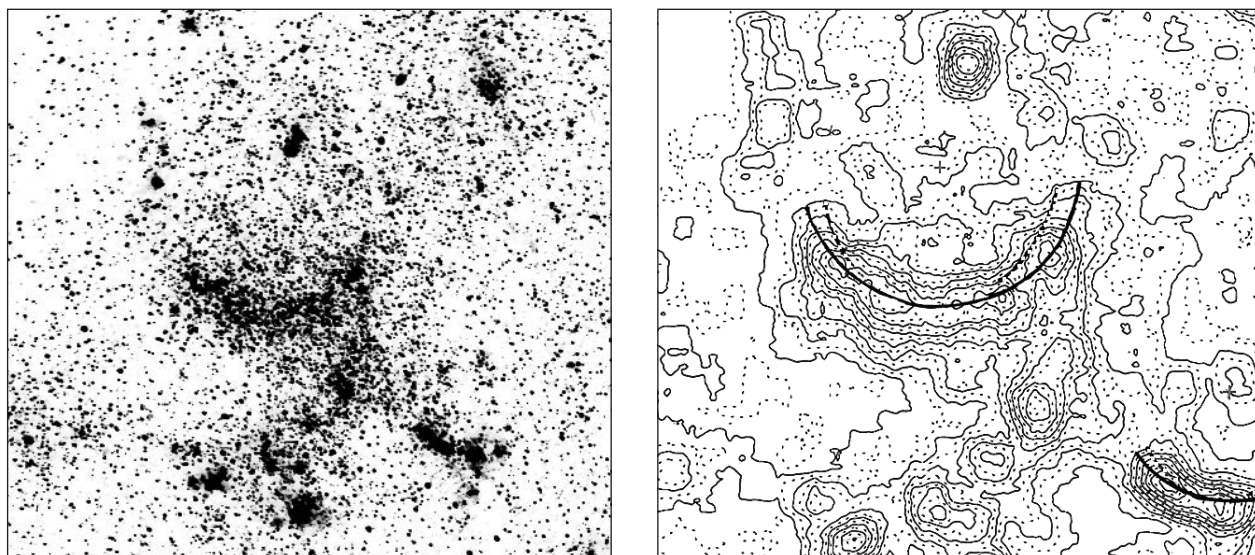


Рис.3. Гигантские звездные дуги в Большом Магеллановом Облаке. Слева — снимок в УФ-диапазоне (показывающий молодые горячие звезды), справа — изоденсы усредненной яркости (построены О.В.Возяковой, ГАИШ МГУ). Обе дуги — части окружностей (а не отрезков эллипсов), что хорошо заметно для большей (северо-восточной) дуги. Жирными линиями показаны дуги окружностей, проведенные через области наибольшей плотности в обеих дугах.

Когда-то я выдвинул еще более странную идею. Выпуклости обеих дуг смотрят в одну сторону, причем в сторону центра нашей Галактики. Как известно, из ядер некоторых галактик вырываются гигантские (на много килопарсеков) узкие струи ионизованного газа. Вот и центр нашей Галактики мог когда-то породить гигантские струи высокоскоростного газа, которые могли бы при столкновении с Большим Магеллановым Облаком превратить в звездные дуги большие изолированные облака водорода. Нет способов ни подтвердить, ни опровергнуть такого рода гипотезы.

Уникальный звездный комплекс поперечником около 700 пк впервые заметил П.Ходж в (относительно) близкой спиральной галактике NGC 6946. Его западный (правый!) край на протяжении примерно 135° очерчивает дугу правильной окружности. Близ центра комплекса располагается гигантское молодое звездное скопление (см. рис.4, 5).

Механизм, благодаря которому западный край этого объекта очерчен дугой правильной окружности, неясен и по сей день. Наиболее естественным объяснением формирования столь регулярной и резкой западной границы представляется ее возникновение в результате взаи-

модействия газовой составляющей комплекса с газовым же диском галактики. Скорее всего, комплекс движется слева направо достаточно высоко над экваториальной плоскостью NGC 6946, и сопротивление высокоширотного газа этой галактики определяет форму границы газовой составляющей вторгшегося объекта, хотя оно уже недостаточно для его торможения. Через тысячи



Рис.4. Близкая спиральная галактика NGC 6946 — чемпион по числу наблюдавшихся в ней Сверхновых звезд [11]. Стрелками показан необычный звездный комплекс, западная (правая) граница которого образует дугу правильной окружности. Оранжевый цвет вокруг центра NGC 6946 свидетельствует о концентрации там старых красных гигантов, а розовым цветом сияют облака ионизированного водорода.

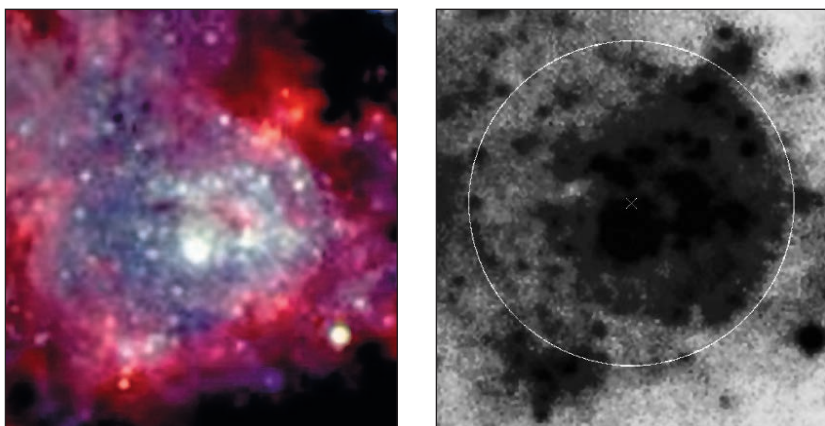


Рис.5. Пекулярный звездный комплекс диаметром около 700 пк (показан на рис.4) в галактике NGC 6946. Его западная граница (справа) — дуга правильной окружности. Впервые этот звездный комплекс заметил американский астроном П.Ходж более полувека назад. Близ центра (но не в центре!) комплекса находится гигантское звездное скопление.

лет наши потомки, может быть, сумеют определить скорость передвижения этого странного объекта относительно звезд NGC 6946. Данная гипотеза может показаться искусственной, но объект, о котором идет речь, остается воистину уникальным.

Научно-фантастическое объяснение дуг молодых звезд предложил В.А.Лефевр в нашей совместной публикации [6]. Этот русско-американский психолог, смолodu любитель астрономии, с которым много лет назад я познакомился в астрономических кружках Московского планетария, давно уже работает в США.

Лефевр отмечал, что есть глубинное сходство между характеристиками черных дыр и психической деятельностью человека. В частности, жестко разделены внутренний и внешний мир обоих феноменов. Черные дыры, по его мнению, могут быть носителями информации или даже психики, и единственный способ «размножения» для них — способствовать появлению массивных звезд. Каждая из них, согласно теории, должна в конце своей эволюции стать новой черной дырой. Для нас этот процесс должен, конечно, выглядеть как естественный. Однако возможно, что в результате иницированного (искусственного) образования массивных звезд (скажем, в результате уплотнения газового облака каким-то источником энергии) могут возникнуть редкие звездные комплексы необычной правильной конфигурации.

Органические молекулы в космосе

Так или иначе, поиски братьев не только по разуму, но и по химии и по физической организации вполне обоснованы. И надо надеяться, что в обозримом будущем они будут иметь шансы на успех.

Троюродных братьев, которые намного старше нас (например, тех, кто перенес свой ум в супер-сверхкомпьютеры или в черные дыры), мы, возможно, просто не в состоянии опознать, даже если они и существуют.

Повторим, что поиски сигналов, даже от тех, кто близок нам и в пространстве и по уровню развития, могут быть успешными, лишь только если *они* занимают активным и бескорыстным распространением «политических и научных знаний» или хотя бы посылают сигналы, искусственность которых очевидна. Вероятность этого вряд ли велика, хотя с сильными аргументами в пользу данного по-

стулата выступал один из пионеров изучения проблемы — Ф.Дрейк. Он отмечал, что вероятность выжить больше у той цивилизации, в которой альтруистические настроения победили. Это очень важное соображение, основанное на опыте эволюции жизни (и особенно человека) на Земле. Выжидали и развивались дальше те сообщества, в которых существовала взаимопомощь.

Мечта о Великом Кольце, сообществе гуманных (и, хотелось бы пометчать, гуманоидных) цивилизаций нашей Галактики, непрестанно обменивающихся информацией, воспета в романе И.А.Ефремова «Туманность Андромеды». Отметим, что этот писатель (мой однофамилец) был не только автором научно-фантастических произведений, но и ученым-палеонтологом. К его аргументам, обосновывающим предположение о том, что внеземные разумные существа не могут слишком сильно отличаться от людей (развернутым, например, в рассказе «Звездные корабли»), необходимо прислушаться.

Среди аргументов в пользу этой гипотезы — ключительные свойства углерода, главного носителя земной жизни и нашего разума. Соединения углерода наблюдаются во всех газовых облаках во всей Вселенной. С начала XX в. известно, что его атомы обладают способностью соединяться в длинные цепи или кольца, с которыми могут связываться атомы и других элементов. Количество соединений у углерода намного больше, чем у всех других элементов, вместе взятых [7].

Не так давно было доказано, что загадочные полосы излучения, найденные в инфракрасном спектре пылевых облаков, принадлежат органическим молекулам — полициклическим ароматическим углеводородам (ПАУ). Спектры излучались в наземных экспериментах, в которых подобные

молекулы помещались в условия, аналогичные имеющимся в межзвездном пространстве. Это открытие специалистов NASA в сущности означает, что предпосылки к зарождению жизни существуют повсюду во Вселенной.

В молекулах ПАУ возможно присутствуют и атомы азота (об этом говорят особенности спектров в области 6.2 мкм) [8]. Полициклические ароматические углеводороды, включающие азот, — это молекулы жизни. С данным выводом согласны и некоторые палеонтологи. Из такого рода молекул состоит ДНК. Подобные молекулы не только повсеместно распространены во Вселенной, они устойчивы в любом космическом окружении. При аккумуляции планет из пылевых дисков вокруг новорожденных звезд (процесс, не только рассчитанный теоретически, но ставший недавно доступным и прямым наблюдениям) эти молекулы сохраняются. Необходимый ингредиент для возникновения жизни имеется повсюду!

Любуясь тугими завитками спиральных ветвей, в которых собраны молодые звезды в галактиках (рис.6), мы всегда видим и окаймляющие их темные пылевые полосы. Последние совпадают с положением облаков атомарного и молекулярного водорода. Теперь мы знаем, что такие полосы светятся в ИК-диапазоне и в них концентрируются не

только пылинки сажи и кремнезема, но и молекулы ПАУ. (Кстати, лучше — судя и по составу и по размеру частиц — говорить не о межзвездной пыли, а о межзвездном дыме.) Органические молекулы стали обнаруживать в космосе с конца 1960-х годов, а ныне их известно около 120 видов. Крупнейшая из них — молекула цианополиина HC_{11}N .

Существует точка зрения, согласно которой заподозренная связь между ПАУ и астробиологией — важная часть «полной революции в нашем понимании химии и биохимии космоса». Так писали некоторые астрономы в 2011 г. [9]. В холодных молекулярных облаках, внутри которых рождаются планеты и звезды, межзвездные молекулы заморожены в частицы льда. Последние состоят из воды, метанола, аммиака, оксидов и диоксидов углерода и ПАУ. В таких облаках, особенно вблизи областей образования звезд и планет, льдинки подвергаются воздействию ультрафиолетового излучения и космических лучей. На их поверхности формируются более сложные молекулы, многие из которых могут участвовать в биогенезисе. При образовании звезд и планет эти молекулы встраиваются в кометы и метеориты, которые в конце концов «засевают» ими первичные планеты. Такого рода выводы появились давно, но и по сей час их нельзя назвать общепринятыми.



Рис.6. Спиральная галактика М 51 (Водоворот). Слева — изображение в синих, желтых и красных лучах, справа — в ближнем инфракрасном диапазоне.

Итак, успехи астрономии двух последних десятилетий приводят к важнейшим выводам, которые в «экстремистском» варианте можно сформулировать так: возникновение достаточно сложных органических молекул — неотъемлемая часть самого процесса рождения звезд и планет; существуют все условия для того, чтобы эти молекулы эволюционировали в простейшие биологические структуры; кометы и метеориты способны доставить подобные структуры на уже готовые планеты; всюду во Вселенной жизнь построена на основе углерода.

Иными словами, жизнь на Земле возникла из космоса! Старая гипотеза панспермии, выдвинутая С.Аррениусом еще в начале XX в., получает все большее подтверждение, хотя еще недавно отвергалась большинством специалистов. Среди сторонников панспермии был, однако, великий астрофизик Ф.Хойл и остается ныне здравствующий его сотрудник Н.Викрамасинге, горячо ее пропагандирующий [10, 11].

Среди аргументов в защиту этой гипотезы — обнаружение в углистом хондрите Murchison микроскопических структур, которые напоминают бактериальные выделения [12, 13]. Свою давнюю статью Викрамасинге заканчивает следующими словами: «Хотя избыток специализации обусловлен обширностью информации в каждой отдельной дисциплине, она приводит к тому, что междисциплинарные исследования встречают обескураживающее отношение. Это один из факторов, которые препятствуют принятию космических теорий жизни. Для астрономов ассоциация бактерий с межзвездными пылинками представляется, понятно, странной, как и для биологов — вторжение астрономов в их дисциплину» [11].

Другой разум?

Таким образом, для возникновения жизни не были нужны специальные условия на ранней Земле. В известном смысле гипотеза панспермии становится почти доказанной. Универсальные (и вместе с тем уникальные) свойства молекул ПАУ с высшей степенью вероятности указывают на то, что повсюду во Вселенной жизнь складывалась на их основе. И разумная жизнь, по-видимому, тоже.

Некоторые авторы считают, что существа, подобные нам, были только первым этапом и нам на смену придут порожденные нами компьютеры. Хотелось бы, однако, надеяться, что они навсегда останутся нашими слугами, хотя бы и более могущественными, чем даже джин из бутылки.

Но если жизнь может быть повсеместно, почему же мы не видим кричащих признаков ее существования? Однако *они* — носители разума, бесконечно далекие от нас по своей организации, — наверное, есть. И это не обязательно целые цивилизации.

В провидческой книге «Сумма технологий», изданной на русском языке в 1968 г., Лем подробно обсуждает возможность небелковых форм жизни. Хорошо известен и роман Хойла «Черное облако». В нем описывается взаимодействие с обитателями Земли разумного плазменно-пылевого облака, которое близко подошло к Солнцу для пополнения запасов энергии.

Американский физик Ф.Дайсон полагает, что сущность жизни связана с организацией, а не с субстанцией, и за определенное время жизнь приспосабливается к любой окружающей среде*. Необходим только достаточный запас вещества и энергии. Расход энергии пропорционален квадрату температуры, так что холодная среда более благоприятна для сложных форм жизни. (Заметим, что «черное облако» Хойла как раз имеет температуру немногим выше абсолютного нуля.) Вмороженные магнитные поля, гидромагнитное динамо на больших протяженностях или же турбулентность на меньших, — все это свойства плазмы, ионизованного газа.

Ныне, когда благодаря телескопу «Кеплер» обнаружено наличие планетных систем у всех наблюдаемых им звезд, не подлежит сомнению, что и все вообще звезды имеют стационарные планетные системы. Очевидно, это побочные продукты самого процесса звездообразования. В одной только нашей Галактике таких звезд десятки миллиардов. Поиск цивилизаций земного типа получил «твердую почву планет под ногами».

И все же нам надо искать именно братьев по разуму. Следует вновь и вновь обращать особое внимание на звезды, близкие по большинству своих параметров к Солнцу, и особенно те, вокруг которых найдены планеты, схожие с Землей (по крайней мере по расстоянию от своей звезды). Многие из обнаруженных планет гораздо больше нашей Земли, хотя почти наверняка это эффект наблюдательной селекции (об этом говорит и недавнее открытие крошечной планеты у ближайшей к нам звезды).

* * *

Заканчивая нашу статью, отметим, что следовало бы обсудить детально возможности обнаружения неестественных радиосигналов от звездных скоплений. Еще в 1985 г. о вероятности концентрации очагов разумной жизни в звездных скоплениях писал В.Г.Сурдин [14]. Судя по нынешним темпам развития науки, не исключено, что через несколько тысячелетий и мы отправим наши приборы к ближайшим звездам, а узконаправленные радиосигналы будут повсеместно и долго использоваться для связи с межзвездными кораблями. В скоплениях расстояния между звездами состав-

* Дайсон Ф.Дж. Будущее воли и будущее ее судьбы // Природа. 1982. №8. С.60–70.

ляют световые недели и месяцы (а не долгие годы и века, как до ближайших к Солнцу звезд). Возраст же звезд в них почти одинаков. Цивилизации, зарождающиеся в таких скоплениях, могут развиваться синхронно — как вследствие близости возрастов звезд, так и потому, что они смогут достаточно оперативно обмениваться значимой информацией. Если мощность сигнала рассчитана на связь с их звездолетами, а мы (случайно?) оказались на продолжении этого радиолуча, то, направив на такое скопление радиотелескоп, мы сможем уже сейчас подслушать чужой разговор.

Вряд ли мы сможем достоверно обнаружить разум, который уже переселился в электронные или плазменные структуры и тем более в черные дыры. Так или иначе, обнаружение другого разума будет величайшим событием в истории человечества, которое изменит нашу судьбу. Скорее всего, это случится при обычных астрономических на-

блюдениях, когда они станут неизмеримо более масштабными и по времени, и по своим техническим средствам. Весь спектр электромагнитных излучений полностью стал нам доступен лишь 50 лет назад. Число больших (по нашим теперешним меркам) телескопов на Земле (как радио-, так и оптических) не достигает пока и полусотни. И они отнюдь не используются для длительного слежения за одним и тем же объектом.

В заключение отметим еще раз, что принцип «презумпции естественности», четко сформулированный Шкловским, должен соблюдаться до последней крайности, пока речь идет о научной работе, а не о научной фантастике. Этот принцип повелевает искать естественное объяснение характеристик любого наблюдаемого объекта. Даже и сверхразум, материальным носителем которого могут быть небιологические структуры, подчиняется физическим законам нашей Вселенной. ■

Литература / Reference

1. *Cocconi G., Morrison P.* Searching for interstellar communications. *Nature*. 1959; 184: 844–846.
2. *Hart M.H.* Explanation for the Absence of Extraterrestrials on Earth. *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*. 1975; 16: 128.
3. *Шкловский И.С.* О возможной уникальности разумной жизни во Вселенной. *Вопр. философии*. 1976; 80–93. [*Shklovsky I.S.* On the possible uniqueness of intelligent life in the Universe. *Vopr. Philosophies*. 1976; 80–93. (In Russ.)]
4. *Гиндилис Л.М.* SETI — поиск внеземного разума. М., 2004. [SETI — search of extraterrestrial intelligence. Moscow, 2004 (In Russ.)]
5. *Кардашев Н.С.* О стратегии поиска внеземных цивилизаций. *Вопр. философии*. 1977; 12: 43–54. [*Kardashev N.S.* On the search strategy for extraterrestrial civilizations. *Vopr. philosophy*. 1977; 12: 43–54. (In Russ.)]
6. *Лефевр В.А., Ефремов Ю.Н.* Космический разум и черные дыры: от гипотезы к научной фантастике. *Земля и Вселенная*. 2000; 5: 69–83. [*Lefevre V.A., Efremov Yu.N.* Cosmic intelligence and black holes: from hypothesis to science fiction. *Zemlya i Vselennaya*. 2000; 5: 69–83. (In Russ.)]
7. *Ичас М.И.* О природе живого. М., 1994. [*Ichas M.I.* On the nature of the living. (In Russ.)]
8. *Hudgins D.M., Bauschlicher C.W., Allamandola L.J.* Variations in the peak position of the 6.2 μm interstellar emission feature: A tracer of N in the interstellar polycyclic aromatic hydrocarbon population. *Astrophys. J.* 2005; 632: 316.
9. *Allamandola L.J.* PAHs and the Universe. C. Joblin, A.G.G.M. Tielens (eds). *EAS Publications Series*. 2011; 46: 305–317.
10. *Hoyle F., Wickramasinghe N.C.* *Astronomical origins of life — steps towards panspermia*. Dordrecht, 2000.
11. *Wickramasinghe N.C.* Extraterrestrial life and censorship. 2011. ArXiv: 1104.1314.
12. *Hoover R.*, 2012. Microfossils, biomolecules and biominerals in carbonaceous meteorites: implications to the origin of life. *Proc. SPIE 8521. Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology*. 2012; XV: 852106.
13. *Hoover R.B., Rozanov A.Y., Paepel R.R.* (eds). *Perspectives in Astrobiology*. Amsterdam, 2005.
14. *Сурдин В.Г.* Шаровые звездные скопления как объекты SETI. *Астрономический циркуляр*. 1985; 1357: 3–6. [*Surdin V.G.* Globular star clusters as SETI objects. *Astronomical circular*. 1985; 1357: 3–6. (In Russ.)]

The Etern Silence of the Universe?

Yu.N.Efremov

Sternberg Astronomical Institute, Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

The paper describes the most difficult issue of the contemporary science — searches for the life, and first of all the intellectual life, in the Universe. Over 4000 planets have been found now around stars. This is the real triumph of the current science. Searches for planets will be continued with new orbital telescopes. Anyway until now we are alone in the Universe, and this permits quite different explanations. It is possible that we are observing now near results of activity of the other planet habitants near distant stars, but we have other explanations to them. There are different opinions amongst scientists on the possibility of the life outside the Earth, especially on the intellectual life. The article describes some strange objects inside other galaxies and presents the contemporary discussions on the possibility of the life at the other worlds.

Keywords: stars, planets, galaxies, life outside Earth.

Граница на заморе, или Что не пускает травяную лягушку из Европы в Азию

Д.И.Берман¹, Н.А.Булахова^{1,2}

¹Институт биологических проблем Севера ДВО РАН (Магадан, Россия)

²Томский государственный университет (Томск, Россия)



Определить факторы, лимитирующие распространение биологических видов на территориях без выраженных географических преград, — задача сложная. Именно такая ситуация сложилась с восточной границей ареала травяной лягушки (*Rana temporaria*), проходящая в Западной Сибири почти по меридиану между Уралом и Обью. Судя по результатам лабораторных экспериментов, сдерживать продвижение лягушки на восток могут заморы — катастрофическое уменьшение концентрации растворенного в воде кислорода зимой. В водоемах значительной части Обь-Иртышского бассейна содержание кислорода падает много ниже 3 мг/л, что не способна переносить зимующая в воде лягушка. Пример ограничения ареала травяной лягушки заморами может оказаться модельным и быть полезен при анализе формирования границ разнообразных гидробионтов Западной Сибири, характер распространения которых ранее объясняли иными факторами.

Ключевые слова: травяная лягушка, *Rana temporaria*, ареал, Западная Сибирь, концентрация кислорода в воде, заморы, гипоксия.



Даниил Иосифович Берман, профессор, доктор биологических наук, заведующий лабораторией биоценологии Института биологических проблем Севера ДВО РАН. Специалист в области экологии северных организмов и палеоэкологии плейстоцена. Член редколлегии и постоянный автор журнала «Природа».
e-mail: aborigen@ibpn.ru



Нина Антоновна Булахова, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник той же лаборатории и старший научный сотрудник лаборатории биоразнообразия и экологии Томского государственного университета. Область научных интересов — популяционная экология и адаптивные стратегии пойкилотермных животных на Севере.
e-mail: sigma44@mail.ru

«**П**устил стрелу Иван-царевич, и воткнулась она в землю рядом с лягушкой...», которая, скорее всего, была обыкновенной, или травяной (*Rana temporaria*), поскольку это один из самых распространенных и массовых видов семейства настоящих лягушек (Ranidae). Живет на лугах и во влажных перелесках, на речинах и в садах, нерестится в лужах, кюветах, прудах, причем поднимается она даже в горы — от севера Пиренеев до Урала, а зимует преимущественно в реках. Травяная лягушка нетребовательна к положительным температурам и к пище (как многие амфибии, может и вовсе обходиться без нее неделями). Многочисленна, легко добывается, неприхотлива в содержании, а потому — мечта исследователя. Из-за такой «покладистости» она стала универсальным лабораторным животным, подобно дрозофилам, сверчкам, аксолотлю, цветным мышам и крысам, теперь еще и планарии. Только не размножают лягушку в лаборатории, а ловят массами на нересте и зимовке в подходящих местах.

Ничем не примечательная на вид, одним словом — обыкновенная, или травяная, лягушка.

Фото Н.А.Петруниной

Не будем перечислять, какие черты анатомии, физиологии, генетики, филогеографии, экологии, разного рода изменчивости и т.д. изучены у травяной лягушки. Напротив, можно поставить в тупик зоолога, попросив его назвать плохо известные стороны жизни этого вида. Между тем такая сторона есть, она ярка, широко известна специалистам, но воспринимается ими как данность, и лишь изредка и лишь немногие пытаются ее объяснить.

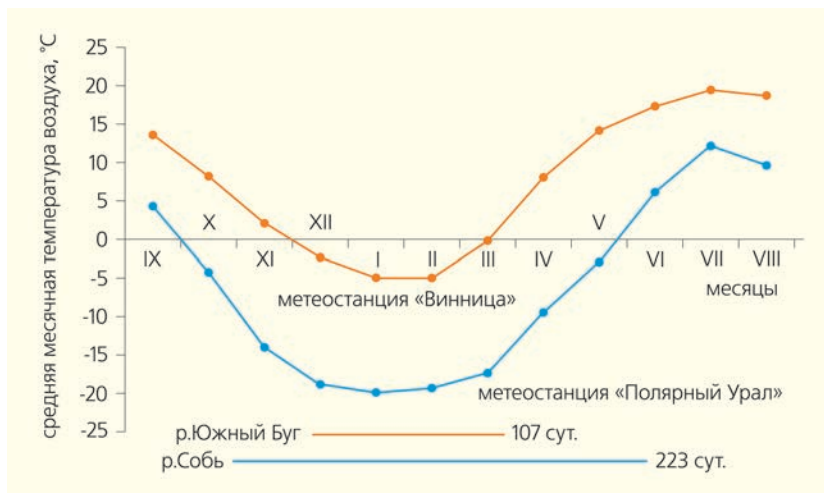
Речь идет о восточной границе ареала (южная — не в счет: что делать лягушке в степях?). Но прежде о самом ареале.

Травяная лягушка населяет почти всю Европу, не только лесную ее часть, но даже побережье Скандинавского п-ова. Местами весьма многочисленна. Так, в бассейне р.Южный Буг летом на увлажненных лугах можно насчитать почти 100 особей на гектар, а осенью в широколиственных лесах и того больше — до 122 [1], т.е. на каждой сотке (10×10 м) по лягушке! На севере *R.temporaria* доходит вплоть до тундр, например по речным долинам — до центральной части основания п-ова Канин [2]. Населяет не самое комфортное место для амфибий на свете — долины рек Полярного Урала; у верхней границы лесного пояса Северного, Среднего и тем более Южного Урала травяная лягушка нередко встречается в большом числе [3].

Таким образом, Урал — не препятствие для нее: судя по значительной численности, она как бы не замечает этих невысоких гор.

Из приведенного краткого описания следует, что капризной эту лягушку в отношении климата уж никак не назовешь. Но восточная граница ее распространения в Зауралье идет с севера на юг, что, несомненно, свидетельствует о столь же почти «прямолинейном» препятствии. Оно вряд ли связано с климатом — уж очень весомым должен быть такой барьер. Более того, ареал травяной лягушки заканчивается не на Урале (что зоогеографически привычно: граница по горному водоразделу), а по ближайшей равнинной части Зауралья, едва (разумеется, в масштабах Западной Сибири) отступая от хребта на восток: где-то — почти вплотную к горам, где-то — немного уходя от них.

Может быть, дело в особенностях природы восточного склона, возникающих из-за экранирующего действия Урала на воздушные массы, идущие с Атлантики? Да, европейский и азиатский склоны Урала по климату несколько разнятся. Тому свиде-



Пример экологической валентности травяной лягушки. Она многочисленна в долине р.Южный Буг (юго-запад Украины), но и в р.Собь (которая впадает в Обь в ее низовьях) — не редка. Продолжительность сезона с отрицательными температурами отличается на северной и южной реках более чем вдвое. Во многих южных популяциях часть травяных лягушек проводят теплую зиму на суше. Но на севере и в горах из-за низких температур и малой холодостойкости они могут пережить длинную зиму (в некоторых регионах — более девяти месяцев) только в водоемах.



Ареал травяной лягушки (по: [4], с изменениями). Извилистые границы свойственны горным территориям, прямолинейные — равнинным. На северо-востоке граница ареала в общих чертах повторяет переход лесов в лесотундры, на юге Русской равнины — лесов в лесостепи и степи. Почему восточная граница ареала «сечет» Западную Сибирь по равнине почти с севера на юг, не доходя до Оби и Иртыша? — вопрос, на который мы пытаемся ответить в статье.

тельство — высотное распределение лесной растительности: на восточном лес заканчивается примерно на 100 м выше, чем на западном. Но это же ничего не значащая мелочь для травяной лягушки по сравнению с климатической амплитудой в пределах ее ареала!

Таким образом, успешно преодолев Полярный, Северный и Средний Урал, травяная лягушка останавливается, и граница ее распространения без видимых причин «перерубает» поперек бассейны сбегаящих с гор многочисленных рек. Лишь на самом севере она почти вплотную подходит к Оби, а по югу Зауралья продвигается на восток вплоть до Тобола, но не далее...

Уникальна ли травяная лягушка или другие виды амфибий тоже как-то реагируют на этот скрытый, пока непонятной природы, рубеж?

Попутчица до Урала

В Европе травяная лягушка на значительной части ареала обитает вместе с неизменной спутницей — остромордой лягушкой (*R. arvalis*). Вместе они достигают Урала, переваливают его, но в Зауралье травяная останавливается как вкопанная, а остромордая продвигается на восток. Она колонизовала почти всю Западную Сибирь, заселила не только долины, но и междуречья; в центре и на юге региона *R. arvalis* — «фоновый» вид [5]. Несмотря на суровый климат Сибири, остромордая лягушка зимует на суше — холод не препятствие для нее, и она идет много дальше, до Забайкалья, и по долине Лены узким языком проникает в Южную Якутию.

В Западной Сибири есть еще один широко распространенный вид — сибирская, или амурская лягушка (*R. amurensis*), пришедшая с Дальнего Востока и из Восточной Сибири. Это небольшая лягушка с бросающимися в глаза кроваво-красными пятнами на нижней стороне тела. Она связана с водой не только во время размножения, но и на зимовке. В поймах Оби местами обычна, но отсюда не выходит на водораздельные пространства, в отличие от остромордой [5].

Таким образом, двум из трех видов бурых лягушек Западно-Сибирская равнина подходит, а травяной — нет. Надо ли говорить о том, что эта равнина — колоссальная по размерам географическая страна, разумеется, с необозримым разнообразием вариантов поверхностных вод, климатов и их составляющих, ландшафтов и тем более биото-

пов. Есть из чего выбрать! Но восточная граница распространения травяной лягушки, напомним, «рублена по живому».

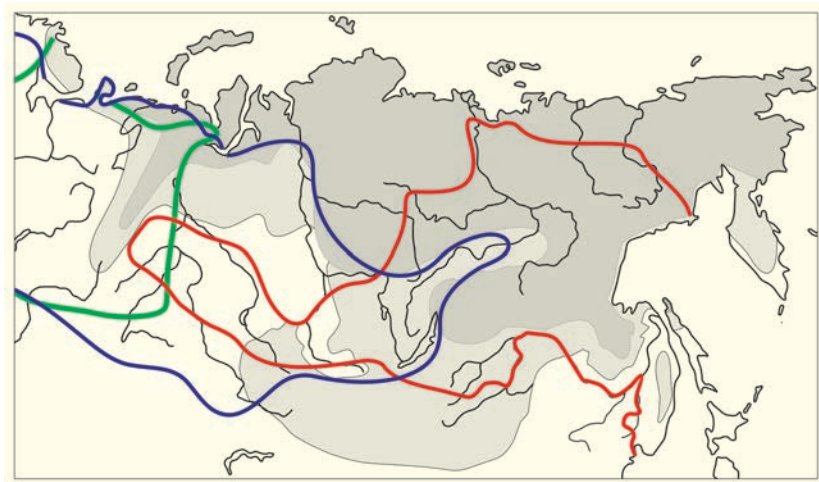
Что же служит столь четким, непреодолимым и в то же время невидимым барьером на пути экологически широковалентной травяной лягушки в северные и средние части Западной Сибири и вообще в Азию?

Но прежде зададимся отрезвляющим вопросом сухого реалиста: так ли важно это знать, не праздное ли любопытство, стоит ли игра свеч? Полагаем, что ответом будет тройное «да»: важно, не праздное, игра стоит свеч, по крайней мере, в следующих отношениях.

Во-первых, травяная лягушка живет рядом с нами, буквально бок о бок, и потому мы должны знать о ней по возможности все: что любит, чего избегает, в конце концов — чего от этой лягушки ждать, например, при изменении климата.

Во-вторых, досадно же и подозрительно: много чего про вид можем рассказать, а на простейший, казалось бы, вопрос ответить не в состоянии. Это означает, что не учитываем, несомненно, что-то принципиально существенное.

В-третьих, выявление факторов, определяющих границы ареалов, — традиционная задача биогеографии, и она далеко не всегда проста. Особенно трудна она, когда граница проходит по территориям без явно выраженных географических рубежей. Именно таков случай с восточным краем распространения травяной лягушки: Урал преодолен, очевидная преграда позади, но что-то останавливает вид на однообразной (на наш, но не лягушачий взгляд) в физико-географическом плане территории. Если поймем, в чем причина, получим, помимо всего прочего, хорошую модель границ ареала на территориях без очевидных рубежей.



Границы ареалов травяной (зеленая линия), остромордой (синяя) и сибирской (красная) лягушек на фоне сплошной (темно-серая заливка) и прерывистой (светло-серая заливка) мерзлоты.

Конкуренция? Паводки?

Если понять разницу требований к среде живущих в Европе бок о бок травяной и остромордой лягушек, можно надеяться найти фактор, не пускающий первую на восток из «ближнего» Зауралья. Биотопическое распределение бурых лягушек в пределах ареалов обсуждалось не раз. Потребовались большие усилия разных авторов и коллективов, чтоб хотя бы частично разделить предпочтения видов, которые касаются заселяемых ландшафтов, биотопов, влажности, термических условий, сезонных особенностей, характера нерестовых водоемов и т.д.

Например, зоологи во главе с Ю.Г.Пузаченко проанализировали распространение трех видов лягушек — травяной, остромордой и сибирской — в зависимости от 126 параметров географической среды (108 — климата, 6 — рельефа, 12 — продуктивности) [6]. Да, некоторые различия есть, но они никак не объясняют, почему остромордая идет на восток, а травяная останавливается сразу за Уралом. Анализ структуры ниш и биотопических предпочтений проведен также крупнейшими знатоками обсуждаемых видов А.С.Северцовым с коллегами [7] и А.П.Кутенковым [8].

Патриарх советской и российской герпетологии В.И.Гаранин предположил, что одной из возможных причин отсутствия травяной лягушки в бассейне Оби могут быть конкурентные отношения с си-

бирской лягушкой [9]. Однако этому противоречит отсутствие первого вида в подходящих, казалось бы, для него местах даже там, где нет и второго.

А.П.Кутенков связывает ограниченное распространение травяной лягушки в Западной Сибири с огромными разливами во время половодий [8], которые могут служить «железным занавесом», не пускающим травяную лягушку дальше узкой полосы Зауралья. Ранее подобная идея была высказана М.М.Пикуликом, который отсутствие травяной лягушки в пойме р.Припять объяснял именно высокими паводками [10].

В Западной Сибири, в частности «...в Салехардской пойме Оби, по среднемноголетним данным, низины заливаются на 93,5, гривы на 75 и вся пойма на 7 дней» [11, с. 381]. Средняя продолжительность половодья в низовьях «пограничного» для травяной лягушки Иртыша почти такая же, как в Оби. Кроме того, в нижнем течении обычное явление — подпор уровня обскими водами, который в отдельные годы распространяется на 250–300 км по Иртышу.

Наводнения, конечно, — важный мощный фактор, обязывающий с собой считаться не только людей. Но широко известно, что травяная лягушка — отнюдь не облигатный обитатель пойм, она может жить и вне их, например на лугах, в разреженных мезофитных лесах внепойменных террас,



Половодье у стационара Томского государственного университета «Кайбасово» (Кривошеинский р-н, Томской обл.), снятое с мотодельтаплана. Даже в средний по водности год пейзаж выглядит катастрофично впечатляюще.

Фото А.А.Николенко

не заливаемых по определению. Таким образом, не в половодьях дело...

Остромордая лягушка тоже обычна не только на междуречьях и на внепойменных террасах, но и в поймах, однако столь категорично, как травяной, ей половодья, очевидно, не мешают. Более того, третий вид лягушек — сибирская — на Оби и ее крупных притоках живет исключительно в поймах, никуда не уходя от них [5]. Трудно представить механизм, связанный с половодьем, который не мешал бы жить сибирской лягушке, но абсолютно препятствовал бы самому существованию травяной на гигантской территории Обь-Иртышского бассейна. Так что половодья должны быть приняты во внимание, но пока не могут рассматриваться в качестве главного фактора, блокирующего колонизацию травяной лягушкой Западной Сибири.

Зимовка?

Все сказанное касается весенне-летней обстановки, но лягушки-то осенью не вымирают (как многие беспозвоночные) и не улетают с утками на юг, как в известной сказке, а только уходят на зимовку. Между тем в большинстве работ если и обсуждается этот сезон, то не принимаются во внимание реальные места расположения: на суше или в воде.

Но именно в этом вкусы травяной и остромордой лягушек расходятся радикально. Травяная в холодных регионах всегда зимует в воде, непременно проточной, т.е. в реках и речках. В это время лягушки вялые, но не «спят» и, будучи потревожены, удирают. Бывает, останутся с осени на суше под кучей прелых мокрых листьев; если не промерзнут, считай, повезло, но такой исход для холодных регионов — исключение, не правило. Травяная не переносит морозов, ее предел в этом отношении -2.5°C ; при -3.5°C она, безусловно, гибнет.

Почти такие же характеристики холодостойкости имеют дальневосточная и сибирская лягушки (табл.1). И та и другая зимуют, разумеется, в воде [12], первая — в реках, вторая — в озерах. Поэтому говорить о тяготении сибирской лягуш-

Таблица 1

Доля (%) выживших лягушек после их содержания в течение трех суток при отрицательных температурах [12].

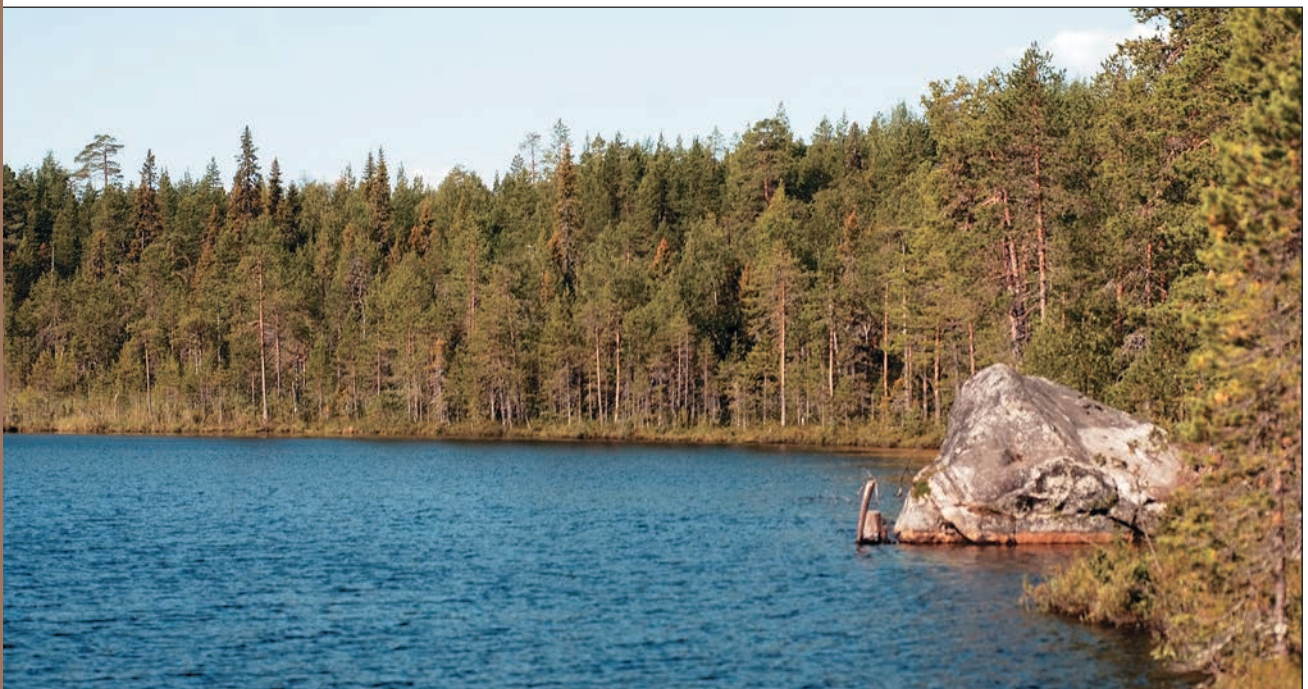
Температура, $^{\circ}\text{C}$	Виды лягушек		
	травяная	дальневосточная	сибирская
-1.5	100	100	100
-2.5	40	50	100
-3.5	0	0	0

Примечание. В каждой выборке по 6–10 животных.



Река Сестра в окрестностях г.Дубна (Московской обл.). В ней, конечно, проводят зиму травяные лягушки. Речка для Подмосковья и всей средней полосы — вполне обыкновенная. Как и травяная лягушка.

Фото Е.А.Дунаева



Окрестности озер в Мурманской обл., в пригороде Кандалакши (вверху), и в Северной Карелии, у железнодорожной станции Пойконда (внизу), — обычные местообитания травяной лягушки. В Фенноскандии ареал далеко выдается на север, почти до 71° с.ш.

Фото Е.А.Дунаева

ки к наиболее холодным зимой регионам [6] можно лишь формально, замалчивая ее зимовку исключительно в водоемах (а не на суше). Когда она в воде, ей все равно, что «за бортом»...

Остромордая же лягушка, напротив, в подавляющем большинстве случаев остается на суше, забивается в ямы со слежавшимися влажными листьями, в мох, в осоковые кочки, в норки, под трухлявые пни, где зимой полностью промерзает. Так что зимняя жизнь тоже не касается ее до весны. Находили изредка остромордую лягушку зимующей в воде, и эти случаи нуждаются в специальном внимании.

Итак, остромордая зимует на суше, промерзая «в стекло»; травяная — в реках и речках, сибирская — исключительно в озерах. Что из этого полезно для поиска факторов, препятствующих колонизации нашей лягушкой Западной Сибири? Мы знаем ответ, он имеет прямое отношение именно к зимовке травяной лягушки, но, сохраняя интригу, сообщим его чуть позже.



Самцы травяной лягушки покинули места зимовки и, поджидая самок, расположились на «нерестилищах» — не полностью освободившихся от льда мелководьях стоячих водоемов, во временных лужах, залитых понижениях, канавах и т.д. «Брачные хоры» слышатся в это время почти круглые сутки. Московская обл., Звенигородская станция биофака МГУ имени М.В.Ломоносова.

Фото О.М.Германт

Оксюморон от географии

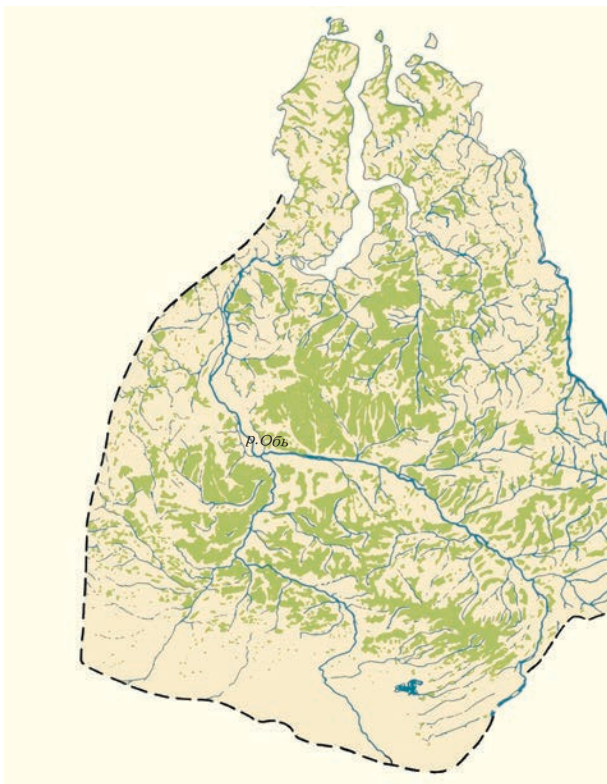
Он звучит так: *малоизвестный (широкой публике) крупнейший географический феномен не только Западной Сибири, но и всей Северной Азии*. В герпетологической литературе о нем есть упоминание буквально в одну строку (см. ниже), потому мы вслед за коллегами не рассматривали его в начале поисков причин «рубленности» восточной границы распространения травяной лягушки. Но поработав с этим видом в лаборатории, поняли очевидность связи ответа на вопрос с обсуждаемым феноменом. Итак.

Известно, что зимой большая часть рек Обь-Иртышского бассейна, занимающего Западно-Сибирскую равнину, объединена общей особенностью, которую одним из первых описал еще П.С.Паллас: они на значительном протяжении непригодны для жизни рыб. «...В сентябре, когда уже лед итить начинает, [рыбы] сплывают в низ, дабы зимою поспеть в Океан прежде, нежели вода в реках подо льдом замрет. Сие задхнение текущих рек (*) под льдом не только в тихих и небольших речках уже в декабре и в изходе ноября случается, как то выше Тобольска, в Оке, Оми, Ишиме, Вагае, в Березовском же уезде в Полуе,

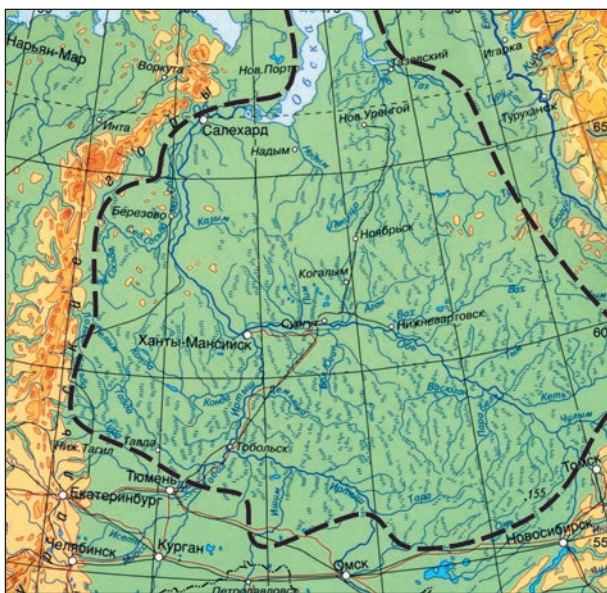
Надыме, Пуре и Тазе; но после нового году и в Оби на величайшем пространстве бывает... (*В Сибири называют сию мертвою водою, или реки замирают)» [13, с. 108].

Сведения об этой специфической черте Обь-Иртышского бассейна можно найти в более поздних отчетах путешественников по Сибири и статьях ученых в таких красочно воспринимаемых ныне выражениях, как: «река загорается»; «замирание рыб, мор, дух, загар, замор, ржавец»; «вода имеет цвет крепкого настоя чая»; «рыба становится белой как снег, на жабрах откладывается «ржавица», какой-то порошок темно-бурого цвета» [14–17]. Путешествующий по Туре, Тоболу, Иртышу и Оби А.Павлов приводит мнение местных жителей, согласно которому г.Сургут был основан не на берегу Оби, а на удалении от него, потому что «обская вода зимой негодна для пищи; тогда вода задыхается, бывает загарь» [14, с.110].

Долгое время причина «замирания» (или по современному *замора*) рек была неясна. Паллас, например, пишет: «...причиною ж тому не иное что, как иловатое дно, самое качество воды, тихое течение и примесившаяся из земли соль, которую Иртыш и Ишим приносят» [13, с.108]. Вероятно,



Распределение болот (выделены зеленым) на Западно-Сибирской равнине. Заболоченность особенно велика (до 70%) в междуречье Надыма и Пура, на водоразделах Оби, Иртыша и Конды [19].



«Великий замор» площадью около 1.3 млн км², детально очерченный Н.А.Мосевичем в 1947 г. — обширнейший заболоченный водосборный бассейн Западной Сибири [21]. Берущие начало вне его границ Обь, Иртыш, Тобол, Вагай, Ишим, Тура, Тавда и некоторые другие реки остаются на большем или меньшем протяжении незаморными. Для рек, полностью лежащих в пределах заболоченной территории, заморы, напротив, характерны от истоков и почти до устья.

только в 1929 г. Б.Н.Городков, опираясь на исследования сотрудников Научно-промышленной экспедиции и проведя собственные гидрохимические анализы, определил, что причина возникновения заморы в реках Западной Сибири — недостаток кислорода [18].

Городков же показал уникальность Оби в этом отношении по сравнению с Волгой и Енисеем: «К 1 декабря, когда поступление свободного кислорода из воздуха отрезано ледяной толщей и снеговым покровом, вода Енисея была насыщена им более чем на 100%, Волги на 91%, а подледные воды Оби имели дефицит растворенного кислорода в 25.5%, Васюган же даже в 74.6%. Дефицит кислорода в Оби достигает зимой 83%, а в Васюгане и др. притоках 98%, чем эти реки резко отличаются от Волги и, особенно, Енисея» [18, с.469]. Добавим, что отличаются они и от рек Восточной Сибири, Якутии, Магаданской обл., Чукотки, Камчатки. Большая часть площади их бассейнов горная, а потому реки не знают заморы. Благодаря исследованиям многих натуралистов и ученых сейчас известно, что зимние заморы в водотоках Обь-Иртышского бассейна — результат, прежде всего, поступления в речную сеть болотных вод, из которых кислород извлечен в основном при окислении органики и продолжения этого процесса уже в речных водах. А средняя заболоченность территории Западно-Сибирской равнины достигает 50% [19]. Подобных по размеру регионов с такой долей болот в мире, вероятно, больше нет. Отсюда и масштаб заморы.

Еще в 1934 г. В.Иванчинов подробно описал процесс образования обского замора [20]. Наибольшую роль в его развитии играют притоки среднего течения Оби: Кеть, Чая, Парабель, Васюган, Тым и др., берущие начало в болотных массивах. Благодаря им к декабрю-январю в Оби у г.Колпашево скапливаются бедные кислородом воды и далее, принимая в себя по пути воды других болотных притоков, со скоростью 30–40 км в сутки распространяются вниз по течению до устья и далее — почти до середины Обской губы (это более 2 тыс. км!). Замору в Оби способствует приуроченность межени (самых низких уровней в реке за год) к зиме, когда значительную долю стока дают болотные притоки. Из-за влияния построенной в конце 1950-х годов Новосибирской ГЭС граница заморной зоны сместилась почти на 200 км вниз по течению — от Тогура к Тымску.

Переносят замор немногие виды (наиболее устойчивые среди них — караси), тогда как «благородная» рыба — осетровые, сиги (впрочем, как и большинство карповых) — не выдерживают [21].

Обратим внимание, что приведенные выше цитаты датированы концом первой трети XX в.; современные ихтиологи про заморы знают в дета-

лях. У людей, далеких от ихтиологии и гидрологии, разговоры о ежегодных зимних заморах Оби вызывают недоверие. Какие заморы, если в Оби немного ниже Новосибирска Рыбнадзору есть что охранять! Изредка даже такая роскошная, безусловно, чистоводная рыба, как нельма, ловится браконьерами у плотины Новосибирской ГЭС.

Номады

Но все именно так: заморы, нельма и другие прекрасные виды рыб совместимы! Ежегодные гигантские по протяженности заморы выработали особую стратегию сезонного поведения населения рыб — номадность, т.е. дальние сезонные миграции. Некоторые виды с приходом заморных вод мигрируют — порой на громадные расстояния, в притоки, дренирующие незаболоченные территории, или даже в Обскую губу. Кроме того, рыбы скапливаются на зимовку в известных от века рыбакам *живунах*, или *живцах*, — ограниченных по площади местах, где вода обогащается кислородом: например, под полыньями, образующимися у выходов более теплых, чем вода в реке, родниковых вод; участках с пустотами подо льдом, образующихся при снижении уровня реки, и т.п. Рыба уходит также в притоки с не столь значительным падением содержания кислорода. Кто куда от заморов!

С наступлением весны и сопутствующим обогащением русловых вод через полыньи кислородом рыбы трогаются в обратный путь, некоторые опять на громадные расстояния. Потому и номадность.

Парадоксально, что при этом, по мнению Н.А.Мосевича, «Обь-Иртышский бассейн был и остается продуктивнейшим бассейном Сибири, а в его заморной зоне, и в частности там, где заморные условия наиболее выражены, находятся его наиболее продуктивные районы» [21, с.51]. Увы, находились...

К настоящему времени ихтиофауна Оби, Иртыша и их уральских притоков фундаментально изучена. Наиболее значительные итоги изложены в коллективной монографии «Экология рыб Обь-Иртышского бассейна» [22]. Существует много «бассейновых» книг по притокам Оби и Иртыша. Однако заморы в реках — крупнейшая географическая и биогеографическая закономерность не только Запад-

ной Сибири, но и России — «не по чину» скупо отражены за пределами специальной литературы.

Хотим предостеречь читателя: сказанное в данном разделе про уникальность заморов в бассейне Оби относится к их масштабности, но не означает, что они случаются только здесь. Это явление распространено и в других холодных регионах: в Северном Казахстане и Северном Китае, в Приамурье, в Якутии и т.д. Но там оно свойственно прежде всего непроточным и неглубоким водоемам, в основном озерам, в том числе и термокарстовым. Реки, дренирующие заболоченные территории, тоже могут быть заморными.

Граница на заморе

После знакомства с предыдущим разделом читателю, как и нам в свое время, уже нетрудно догадаться, что причина, обуславливающая восточную границу ареала травяной лягушки, может лежать в отношении вида к недостатку кислорода (гипоксии) в зимовочных водоемах.

Поиски в литературе были недолгими, так как этот раздел физиологии амфибий относительно мало разработан, причем в основном на американских видах. Принято считать, что амфибии малоустойчивы к гипоксии, по способности переносить недостаток кислорода в воде они находятся между млекопитающими, с одной стороны, и черепахами и карасями, с другой [23]. Самой толерантной к не-



Река Медведка (север Томской обл.). Малые водотоки из дренируемых ими болот — основа Обского замора. Цвет их воды коричневый из-за растворенной и взвешенной органики. Таков он и в Оби от Васюгана до впадения Иртыша. Ниже на значительном протяжении правая часть течения остается коричневой («Обской»), а левая — не окрашенной («Иртышской»).

Фото Л.Г.Колесниченко

достатку кислорода среди европейских видов семейства настоящих лягушек до последнего времени считалась именно травяная, которую исследователи, естественно, не обошли повышенным вниманием. По экспериментальным данным наших коллег, она способна прожить безбедно не менее четырех месяцев в воде с содержанием кислорода 5.1 мг/л при температуре 3°C [24]. В результате наших экспериментов выяснилось, что порог минимальной концентрации кислорода, при котором травяная лягушка может длительно (месяцами) благополучно существовать во время зимовки, лежит в диапазоне 3–4 мг/л (данные получены при участии Е.Н.Мещеряковой). И в тех и в других исследованиях животные погибали в течение одной-двух недель при снижении содержания кислорода до 2–2.6 мг/л.

Полное (100%) насыщение воды кислородом при 3°C – 13.5 мг/л, и, как нетрудно подсчитать, 3–4 мг/л составляют 22–30%, а 2–2.6 мг/л – лишь 15–19%. Много это или мало? Смотря кому, разумеется. Для большинства карповых рыб минимально приемлемая концентрация – 4 мг/л;

для сигов и осетровых – 6 мг/л. Но в «зоне великого замора» на Оби содержание кислорода нередко измеряется долями миллиграмма! В таблице, приведенной для примера, отчетливо видно, как сильно от юга к северу (от верхней границы формирования замора к низовьям) перед вскрытием рек падает концентрация кислорода, достигая минимума у устья Оби (табл.2). Поэтому каково точное значение порога содержания кислорода, лежащее между 3 и 2.6 мг/л и достаточное для «бесконечно длительного» благополучия травяной лягушки (т.е. для зимовки, длящейся более полугода), в данном случае значения не имеет.

Травяная лягушка, зимующая в реках и нуждающаяся в воде хотя бы с четвертью от полного насыщения кислородом, не способна к дальним (подобно рыбам-номадам) миграциям. Не путешественница она на дальние расстояния, не осетр и не нельма, потому и погибает.

В экологических работах порой встречаются натуралистические замечания о том, что эта лягушка чувствительна к содержанию кислорода в воде

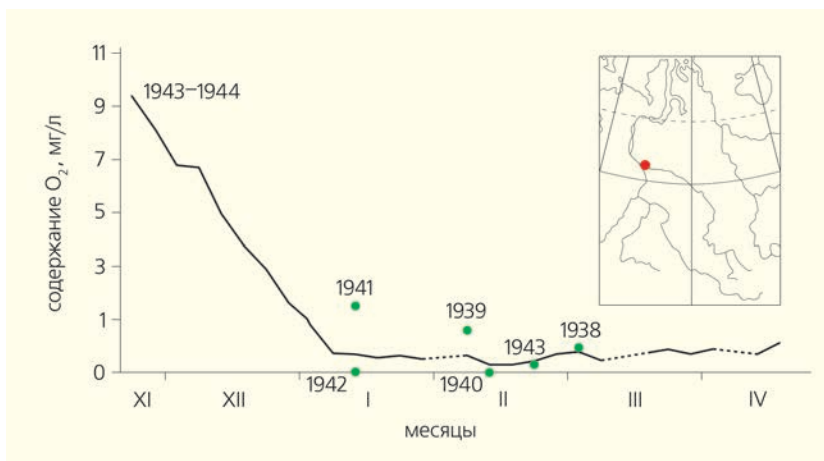


График изменения содержания растворенного кислорода в Оби напротив д.Белогорье зимой 1943–1944 гг., построенный по данным Н.А.Мосевича [21]. Зеленые точки — минимальные значения концентрации в 1938–1943 годы. Красная точка на схеме Обь-Иртышского бассейна — место проведения измерений.

зимой. Однако подобные публикации не дополняют выводов строгих экспериментальных работ. Единственное краткое упоминание, которое необходимо привести, принадлежит В.И.Гаранину. Он писал, что травяная лягушка не идет в бассейн Оби, «...возможно, из-за тех же причин, которые ограничивают распространение в Сибирь озерной лягушки» [9, с.28]. А отсутствие озерной лягушки, по его мнению, «...может быть связано с частыми заморами, имеющими место в реках бассейна Оби» [9, с.26]. Удивительно прозорливое предположение, но, к сожалению, далее приведенной строки не развитое, потому и забыто.

Таблица 2

Содержание растворенного кислорода (мг/л) в 1975 г. в воде крупных рек (пункты расположены с юга на север) на восточной границе ареала травяной лягушки (цветом выделен подледный период) [25, 26].

Река	гидропост	месяцы				
		январь	февраль	март	апрель	май
Тобол	Ялуторовск	—	—	6.4	8.6	14.1
Тура	Тюмень	8.7	2.7	3.4	9.6–11.4	10.4
Иртыш	Тобольск	—	—	—	3.4	6.4
Иртыш	Ханты-Мансийск	—	2.1	—	1.7	11.7
Северная Сосьва	Сосьва	—	—	1.8	—	10.1–11.4
Полуй	Салехард	—	—	—	0.5	1–3.4
Обь	Салехард	—	—	—	0.6	5.9–6.2

В ближнем Зауралье

Внимательный читатель возразит, что реки, берущие начало на восточном склоне Урала, по определению горные, а значит — их воды богаты кислородом. Кроме того, земля слухом полнится (особенно среди рыбаков): широко известна прекрасная сиговая рыбалка в этом крае на многих реках. Более того, и с травяной лягушкой здесь местами все хорошо.

Никакого противоречия в этом нет. В верховьях уральских рек, благодаря их горному характеру, вода богата кислородом, и травяная лягушка, перевалив через Урал и благополучно зимуя, закрепилась здесь. Опасность для гидробионтов представляют маловодные годы, когда реки и их притоки в верхнем течении промерзают до дна на значительном протяжении или только на мелководьях и перекатах, из-за чего «задыхаются» плесы, лишённые протока и ставшие изолированными [27, 28]. В средних и нижних частях рек (по выходу их на равнину) ситуация с кислородом может складываться зимой по-разному. Заморы наступают в декабре-январе — в зависимости от водности осени и температур, определяющих ледостав. Случаются годы с меньшей их выраженностью: по времени наступления, продолжительности, степени падения содержания кислорода и т.д. Лишь на части левых притоков Оби и Иртыша заморы ежегодны и охватывают значительные участки рек. Подробное или скупое их описание можно найти чуть ли не в любой монографии, посвященной рекам восточного склона Урала. Объем статьи не позволяет провести анализ по каждой из них отдельно, хотя литература дает возможность это сделать достаточно подробно.

В зависимости от времени и места наступления замора лягушка, по-видимому, продвигается больше или меньше вниз по течению конкретных рек. Обобщенная картина такова. В пределах Ямало-Ненецкого автономного округа, где расстояние между Уралом и долиной Оби минимально, травяная лягушка живет на четырех притоках Оби (Щучьей, Соби, Войкаре и в верховьях Сыни), причем во всех обнаруженных местообитаниях она — обычный вид [29, 30].

Южнее, в Ханты-Мансийском автономном округе, лягушки встречаются чаще, но только в горах и предгорьях Урала [31]. В нижнем или среднем течении рек, уже на равнине, барьером оказываются заморы, возникающие за счет притока бедных кислородом вод. Реки принимают их, дренируя почти 250 км заболоченных пространств от Урала до долины Оби. К примеру, «река Конда загорается ежегодно; замор здесь держится три недели. Замору подвержена так называемая местными рыбаками «черная рыба»: язь, щука, чебак, а нельма, осетр и стерлядь уходят вверх по Ирты-

шу» [16, с.25]. Надо ли объяснять значение Иртыша для рыб Оби!

В Тюменской и Курганской областях на отдельных участках течения наиболее крупного притока Иртыша — Тобола, а также в берущих начало на Урале Тавде, Туре и Исети заморы зимой не редкость [26].

Эшелонированная оборона

Таким образом, зимние заморы в низовьях текущих с восточного склона Урала (кроме самой северной и его южной частей) реках — первый рубеж, который должна преодолеть травяная лягушка при расселении на восток.

Протяженность восточной границы ее ареала едва ли меньше 1.5 тыс. км по прямой. Речек, берущих начало на восточном склоне Урала, многие десятки. Время для попыток проникнуть из Зауралья на правобережье Оби — весь голоцен, т.е. не менее 10 тыс. лет. Если все сложить, у травяной лягушки набирается как минимум сотня тысяч попыток проникнуть на восток Западной Сибири! Не так и безнадежно, не такая уж непроницаемая завеса. Казалось бы, травяная лягушка могла бы прорвать заморную блокаду и двинуться на восток. Наверное, и прорывается время от времени, но до второго рубежа не доходит.



Находки травяной лягушки (синие кружки) на восточной границе ее ареала (по: [32]). В воде участков рек (выделено красным) содержится зимой меньше 2 мг/л O_2 (по: [25, 26]). Более того, «в Оби и целом ряде ее притоков ежегодно в зимний период появляются воды, содержащие кислород в количествах ниже 5% нормального зимнего насыщения» [21].



Река Пяку-Пур. Равнинность всего бассейна Пура и высокая его заболоченность (около 70%) обуславливают резкое начало, глубокое падение концентрации кислорода и значительную — порой более полугода — продолжительность замора.

Фото Л.Г.Колесниченко

Второй рубеж — низовья Иртыша и Обь к северу от его устья. Почти ежегодно зимой в нижнем течении Оби концентрация кислорода падает ниже 4 мг/л (т.е. воды непригодны для обитания большинства видов рыб), а зачастую — ниже 2.5 мг/л, т.е. пороговых значений для травяной лягушки. Более того, вверх от устья по Иртышу на расстояние около 250 км периодически поднимаются заморные воды Оби... На этом участке лягушке делать нечего.

Выше по Иртышу все замечательно — тут заморы не бывает. И рыба из Оби «сбегает» сюда на зиму. Но травяная лягушка не встречается даже на левобережье Иртыша — не доходит она сюда из Зауралья. Чтоб быть точным, помянем одну находку в низовьях этой реки [3], но и ту поставили под сомнение [30]. А хорошие зоологи работали тут немало.

Казалось бы, на равнине между Уралом и Иртышом могли бы сложиться хоть где-то «островные» популяции травяной лягушки. Но их нет, что, вероятно, свидетельствует о мощности заморных процессов на притоках в этом районе.

Допустим, что и Иртыш лягушка, перезимовав в нем, прошла, однако вряд ли она была бы обнаружена восточнее. Водосборные бассейны правых притоков Иртыша и левых притоков Оби, лежащие на Среднеобской низменности и Васюганской равнине, — сплошные необозримые топи, имеющие мировую известность. Тут тоже в воде не перезимуешь.

Как видно в результате, двойной, «эшелонированный», барьер надежно преграждает травяной лягушке путь из «ближнего Зауралья» на восток. Но и к востоку от Южного Урала она проникает недалеко — лишь до Тобола. Так, в пределы Курганской обл. травяная лягушка едва заходит по северо-западной границе из Свердловской обл.; кроме того, известны отдельные ее находки у Кургана и в Северном Казахстане, в окрестностях Петропавловска [32]. Вероятно, и этот участок ареала контролируется зимним падением концентрации кислорода меньше переносимой, которое периодически отмечается в Тоболе выше Ялуторовска и в Ишиме у г.Ишима [26].

Кто еще?

Подведем краткий итог. Граница распространения травяной

лягушки, секущая поперек долины и целые бассейны рек, — лишь одно из проявлений своеобразия Обь-Иртышской водной системы. В его основе лежит уникальная степень заболоченности территории Западно-Сибирской равнины, а отсюда — чуть ли не повсеместное проявление удушающего влияния заморы, породившее, в частности, как рыб-номад, так и восточную границу ареала травяной лягушки — вида, нетерпимого к гипоксии.

Рассмотренный пример может оказаться модельным, важным для анализа распространения других групп организмов, выявление которых — замечательно интересная проблема. Среди ярких аналогов — «известная депрессия моллюсков» в донной фауне Обь-Иртышского бассейна [33, с.115] и, в частности, — отсутствие перловиц (*Unio*). Автор, как и ее коллеги ныне, связывают и депрессию в целом, и распространение пресноводных моллюсков всего семейства Unionidae, прежде всего, с последствиями плейстоценового оледенения. Недавние находки перловиц в реках восточного макросклона Урала рассматриваются как единственный случай современного расширения ареала двустворчатых моллюсков на территории Западной Сибири [34]. Пример травяной лягушки позволяет осторожно предположить, что дело и тут может быть не в оледенениях, а в заморах. Кого еще они не пускают восточнее Урала?

Синтез результатов лабораторного эксперимента с полевыми наблюдениями на гигантской территории, конечно, связан с риском. Мы рискнули...■

Авторы признательны А.В.Алфимову за климатические оценки, Е.Н.Мещеряковой — за участие в экспериментах, Е.А.Дунаеву, О.М.Гармант, И.А.Гымранову, Л.Г.Колесниченко, А.А.Николенко, Н.А.Петруниной — за фотографии.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 19-04-00312).

Литература / References

1. Гончаренко Г.Е. Земноводні Побужжя. Київ, 2002. [Goncharenko G.E. Amphibians of Pobuzhya. Kiev, 2002. (In Ukr.)]
2. Житков Б.М. По Канинской тундре. Отчеты экспедиции Императорского русского географического общества на Канин п-ов в 1902 году. Зап. Импер. рус. геогр. об-ва по общей географии. 1904; 41(1). [Zhitkov B.M. On Kanin tundra. Reports of the expedition of the Imperial Russian Geographical Society on the Kanin Peninsula in 1902. Notes of the Imperial Russian Geographical Society in General Geography. 1904; 41(1). (In Russ.)]
3. Топоркова Л.Я. Амфибии и рептилии Урала. Фауна Европейского Севера, Урала и Западной Сибири. Свердловск, 1973; 84–117. [Toporkova L.Ya. Amphibians and reptiles of the Urals. Marvin M.Y. (ed.) The fauna of the European North, the Urals and Western Siberia. Sverdlovsk, 1973; 84–117. (In Russ.)]
4. Kuzmin S., Ishchenko V., Tuniyev B. et al. *Rana temporaria* (errata version published in 2016). The IUCN Red List of Threatened Species. 2009: e.T58734A86470817. Doi:10.2305/IUCN.UK.2009.RLTS.T58734A11834246.en.
5. Равкин Ю.С., Панов В.В., Вартапетов Л.Г. и др. Особенности распределения земноводных на Западно-Сибирской равнине. Вопросы экологии и охраны позвоночных животных. Киев; Львов, 1998; 2: 49–77. [Ravkin Yu.S., Panov V. A., Vartapetov L.G. et al. The features of the distribution of the Amphibians on the West Siberian Plain. Issues of ecology and protection of vertebrates. Kiev; Lviv, 1998; 2: 49–77. (In Russ.)]
6. Пузаченко Ю.Г., Кузьмин С.Л., Сандлерский Р.Б. Количественная оценка параметров ареалов (на примере представителей рода *Rana*). Журнал общей биологии. 2011; 72(5): 339–354. [Puzachenko Yu.G., Kuzmin S.L., Sandlerskiy R.B. Quantitative estimation of distribution area parameters: A case study of members of the genus *Rana*. Biol. Bull. Rev. 2012; 2(3): 197–210. Doi:10.1134/S2079086412030048.]
7. Северцов А.С., Ляпков С.М., Сурова Г.С. Соотношение экологических ниш травяной (*Rana temporaria* L.) и остромордой (*Rana arvalis* Nilss.) лягушек (Anura, Amphibia). Журнал общей биологии. 1998; 59(3): 279–301. [Severtsov A.S., Lyapkov S.M., Surova G.S. Comparative analysis of ecological niches of common frog (*Rana temporaria* L.) and moor frog (*Rana arvalis* Nilss.) (Anura, Amphibia). Zhurnal Obshchei Biologii. 1998; 59 (3): 279–301. (In Russ.)]
8. Кутенков А.П. Пространственно-экологическая дивергенция травяной (*Rana temporaria*) и остромордой (*R. arvalis*) лягушек в пределах их ареалов. Принципы экологии. 2017; 1(22): 4–51. [Kutenkov A.P. Spatial-ecological divergence of the common frog (*Rana temporaria* L.) and the moor frog (*Rana arvalis* Nilss.) within their geographic ranges. Principy ecologii. 2017; 1(22): 4–51. (In Russ.)] Doi:10.15393/j1.art.2017.5065.
9. Гаранин В.И. Земноводные и пресмыкающиеся Волжско-Камского края. М., 1983. [Garanin V.I. Amphibians and reptiles of the Volga-Kama region. Moscow, 1983. (In Russ.)]
10. Пикулик М.М. Земноводные Белоруссии. Минск, 1985. [Pikulik M.M. Amphibians of Belorussia. Minsk, 1985. (In Russ.)]
11. Максимов А.А., Мерзлякова Е.П. Характеристика половодий в пойме Оби. Биологические ресурсы поймы Оби. Ред. А.А.Максимова. Новосибирск, 1972. [Maksimov A.A., Merzlyakova E.P. Characteristics of floods in the floodplain of the Ob. Biological resources of the Ob floodplain. Maximov A.A. (ed.). Novosibirsk, 1972. (In Russ.)]
12. Берман Д.И., Булахова Н.А., Мещерякова Е.Н. Адаптивные стратегии бурых лягушек (Amphibia, Anura, *Rana*) в отношении зимних температур на севере Палеарктики. Зоол. журн. 2017; 96(11): 1392–1403. [Berman D.I., Bulakhova N.A., Meshcheryakova E.N. Adaptive strategies of brown frogs (Amphibia, Anura, *Rana*) in relation to winter temperatures in the Northern Palaearctic. Zoologicheskyy Zhurnal. 2017; 96(11): 1392–1403. (In Russ.)] Doi:10.7868/S0044513417110034.
13. Паллас П.С. Путешествие по разным провинциям Российского государства. СПб, 1788; 3(1). [Pallas P.S. Travel to different provinces of the Russian state. St. Petersburg, 1788; 3(1). (In Russ.)]
14. Павлов А. 3000 верст по рекам Западной Сибири: Очерки и заметки из скитаний по берегам Туры, Тобола, Иртыша и Оби А.Павлова. Тюмень, 1878. [Pavlov A. 3,000 versts along the rivers of Western Siberia: Essays and notes from the wanderings along the banks of Tura, Tobol, Irtysh, and Ob River of A. Pavlov. Tyumen, 1878. (In Russ.)]
15. Поляков И.С. Письма и отчеты о путешествии в долину р.Оби, исполненном по поручению Академии Наук (Приложение к XXX тому записок Академии Наук, №2). СПб., 1877. [Polyakov I.S. Letters and reports on the journey to the valley of Ob River, performed on behalf of the Academy of Sciences (Suppl. 2 to XXX of the notes of the Academy of Sciences). St. Petersburg, 1877. (In Russ.)]
16. Киселева Е.Ф. Отчет о командировке для фаунистического обследования бассейна реки Оби. Известия Института исследования Сибири №2. Труды естественноисторического отдела. 1920; 1: 15–28. [Kiseleva E.F. Travel report for the faunistic survey of the Ob River basin. Proceedings of the Institute for the study of Siberia №2. Proceedings of the natural history department, 1920; 1: 15–28. (In Russ.)]
17. Шульц Л.Р. Очерк Кондинского района. Свердловск, 1926. [Schulz L.R. Essay Kondinsky district. Sverdlovsk, 1926. (In Russ.)]
18. Городков Б.Н. Замор. Природа. 1929; 5: 469. [Gorodkov B.N. Winterkill. Priroda. 1929; 5: 469. (In Russ.)]

19. Растительный покров Западно-Сибирской равнины. Ред. В.В.Воробьев, А.В.Белов. Новосибирск, 1985. [Vegetation cover of the West Siberian Plain. Vorobev V.V., Belov A.V. (eds). Novosibirsk, 1985. (In Russ.).]
20. Иванчинов В. Замор р.Оби и его значение для рыбного хозяйства Обь-Иртышского бассейна. Тобольск, 1934. [Ivanchinov V. Winterkill in Ob River and its importance for the fisheries of the Ob-Irtysh basin. Tobolsk, 1934. (In Russ.).]
21. Мосевич Н.А. Зимние заморные явления в реках Обь-Иртышского бассейна. Изв. ВНИОРХ. 1947; 25(1): 5–55. [Mosevich N.A. Winter kill events in rivers of the Ob-Irtysh basin. Izvestiya VNIORKH. 1947; 25(1): 5–55. (In Russ.).]
22. Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. Ред. Д.С.Павлов, А.Д.Мочек. М., 2006. [Ecology of fish of the Ob-Irtysh basin. Pavlov D.S., Mochek A.D. (eds). Moscow, 2006. (In Russ.).]
23. Bickler P.E., Buck L.T. Hypoxia tolerance in reptiles, amphibians, and fishes: life with variable oxygen availability. *Annu. Rev. Physiol.* 2007; 69: 145–70. Doi:10.1146/annurev.physiol.69.031905.162529.
24. Donohoe P.H., Boutilier R.G. The use of extracellular lactate as an oxidative substrate in the oxygen-limited frog. *Respiration Physiology.* 1999; 116(2–3). 171–179. Doi:10.1016/S0034-5687(99)00036-5.
25. Гидрологический ежегодник. 1975 г. Бассейн Карского моря (западная часть). Омск, 1977; 6(4–6, 8, 9). [Surface water year-book. 1975. The Kara Sea Basin (western part). Omsk, 1977; 6(4–6, 8, 9). (In Russ.).]
26. Гидрологический ежегодник. 1975 г. Бассейн Карского моря (западная часть). Бассейн р.Тобола. Свердловск, 1977; 6(7). [Surface water year-book. 1975. The Kara Sea Basin (western part). Sverdlovsk, 1977; 6(7). (In Russ.).]
27. Богданов В.Д., Богданова Е.Н., Госькова О.А. и др. Экологическое состояние притоков Нижней Оби (реки Сыня, Войкар, Собь). Екатеринбург, 2002. [Bogdanov V.D., Bogdanova E.N., Goskova O.A. et al. The ecological status of the tributaries of the Lower Ob (Synya, Voikar, Sob). Ekaterinburg, 2002. (In Russ.).]
28. Богданов В.Д., Богданова Е.Н., Госькова О.А. и др. Экологическое состояние притоков Нижней Оби (реки Харбей, Лонготеган, Щучья). Екатеринбург, 2005. [Bogdanov V.D., Bogdanova E.N., Goskova O.A. et al. The ecological state of the tributaries of the Lower Ob (Kharbei, Longyotegan, Shchuchya). Ekaterinburg, 2005. (In Russ.).]
29. Ищенко В.Г. Травяная лягушка. Красная книга Ямало-Ненецкого автономного округа: животные, растения, грибы. Ред. С.Н.Эктова, Д.О.Замятин. Екатеринбург, 2010; 67–68. [Ishchenko V.G. *Rana temporaria*. Jektova S.N., Zamjatin D.O. (eds) The Red List of the Yamal-Nenets Autonomous County: Animals, Plants, Mushrooms. Yekaterinburg, 2010; 67–68. (In Russ.).]
30. Стариков В.П. Особенности распространения травяной лягушки (*Rana temporaria* L., 1758) на восточной границе ареала и сибирской лягушки (*Rana amurensis* Boulenger, 1886) на западной границе ареала. Вестник СурГУ. 2014; 2(4): 37–39. [Starikov V.P. Peculiarities of common frog's distribution (*Rana temporaria* L., 1758) at the eastern border area and Siberian wood frog (*Rana amurensis* Boulenger, 1886) at the western border area. Vestnik SurGU. 2014; 2(4): 37–39. (In Russ.).]
31. Ищенко В.Г. Травяная лягушка. Красная книга Тюменской области: Животные, растения, грибы. Ред. О.А. Петрова. Екатеринбург, 2004; 76. [Ischenko V.G. Common frog. The Red Book of the Tyumen Region: Animals, plants, mushrooms. Petrova O.A. (ed.). Ekaterinburg, 2004; 76. (In Russ.).]
32. Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР. М., 2012. [Kuzmin S.L. The Amphibians of the former URSS. Moscow, 2012. (In Russ.).]
33. Иоффе Ц.И. Донная фауна Обь-Иртышского бассейна и ее рыбохозяйственное значение. Изв. ВНИОРХ. 1947; 25(1): 116–123. [Ioffe Ts.I. Bottom fauna of the Ob-Irtysh basin and its fisheries value. Izvestiya VNIORKH. 1947; 25(1): 116–123. (In Russ.).]
34. Винарский М.В., Андреев Н.И., Андреева С.И. и др. Чужеродные виды моллюсков в водных экосистемах Западной Сибири: обзор. Российский журнал биологических инвазий. 2015; (8)2: 2–18. [Vinarski M.V., Andreev N.I., Andreeva S.I. et al. Alien mollusk species in the aquatic ecosystems of Western Siberia: a review. Russian Journal of Biological Invasions. 2015; (6)3: 137–147. Doi:10.1134/S2075111715030078.]

How Winterkill Suffocations Stop the Common Frog Spreading from Europe to Asia

D.I.Berman¹, N.A.Bulakhova^{1,2}

¹Institute of Biological Problems of the North, Far Eastern Branch of RAS (Magadan, Russia)

²Tomsk State University (Tomsk, Russia)

It is difficult to determine the factors limiting the distribution of biological species in areas without pronounced geographic barriers. Exactly this kind of situation is with the eastern border of the range of the common frog (*Rana temporaria*), spreading in Western Siberia almost along the meridian between the Urals and the Ob River. According to the results of laboratory experiments, winterkill suffocations — a catastrophic decrease in the concentration of oxygen dissolved in water in winter — may limit the frog's distribution to the east. In water bodies of a significant part of the Ob-Irtysh basin, the oxygen content falls well below 3 mg/L, which could not undergo the frog hibernating in the water. An example of limiting the range of the common frog by winterkill suffocations can be a model one and can be useful in analyzing the formation of the boundaries of various hydrobionts in Western Siberia, which distribution was previously explained by other factors.

Keywords: common frog, *Rana temporaria*, range, Western Siberia, oxygen concentration in water, winterkill suffocations, hypoxia.

Ярегский титановый феномен

В.Г.Колокольцев

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт имени А.П.Карпинского (Санкт-Петербург, Россия)

Ярегское нефтетитановое месторождение — самое большое в России и одно из крупнейших в мире по запасам титана. Оно входит в состав южно-тиманской живецко-нижнефранской вулканогенно-терригенной титаноносной формации. В статье приведена структурно-вещественная характеристика и впервые дается описание неординарных метасоматитов, которые возникли при эпигенетическом обогащении россыпных титановых руд. На основе сравнительного анализа Ярегского и Пижемского месторождений реконструированы седиментационная и эпигенетическая стадии эволюции Ярегского гиганта и определена доля наложенного титана в составе его руд. Значительное обогащение титаном осадочных руд в эпигенезе позволило отнести Ярегское месторождение к двухстадийному осадочно-нафтидно-эпигенетическому типу и высказать предположение о вероятном существовании в других нефтегазоносных бассейнах месторождений пока что неизвестного для титана флюидно-нафтидного типа.

Ключевые слова: Ярегское нефтетитановое месторождение, Пижемское лейкоксен-ильменитовое месторождение, титаноносная формация, метасоматоз, лейкоксеновые руды, флюидно-нафтидные месторождения.

Россия, занимая второе (после Китая) место в мире по запасам титановых руд, свои месторождения не разрабатывает и по этому сырью зависима от импорта. Самое большое в нашей стране и одно из крупнейших в мире по количеству титановых руд — Ярегское нефтетитановое месторождение. Оно находится на Тиманском кряже в Республике Коми, в 20 км от г.Ухты, залегающая на глубине около 150 м, буквально под железной дорогой Москва—Воркута (рис.1). В современном структурно-тектоническом плане месторождение локализовано в своде Ухтинской антиклинальной структуры, возникшей на рубеже палеозойской и мезозойской эр (рис.2). Открыто оно было как нефтяное и эксплуатировалось обычным скважинным способом. С 1939 г. из-за высокой вязкости нефть здесь извлекают редким в современной нефтяной практике шахтным методом. Обнаруженные в 1941 г. в нефтяных коллекторах высокие концентрации лейкоксена (тонкозернистой минеральной смеси на основе оксидов Ti) показали, что Ярегское месторождение — нефтетитановое. На нем в 1960-х годах в небольших количествах на опытной установке получали пигментный диоксид титана. Позже было запроектировано строительство горно-химического комбината мощностью около 600 тыс. т руды в год [2–4].

Считается, что это месторождение, не имеющее мировых аналогов, представляет собой древнюю



Вячеслав Григорьевич Колокольцев, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского геологического института имени А.П.Карпинского (ВСЕГЕИ). Область научных интересов — флюидно-метасоматические процессы в осадочных толщах и связанные с ними месторождения полезных ископаемых. Отличник разведки недр (2001). Неоднократно публиковался в «Природе». e-mail: kolokoltsev@rambler.ru

погребенную россыпь. Его уникальность выражена не только огромным количеством (около 50% российских запасов) титановых руд и их необычными физико-химическими и технологическими свойствами, но и геологическим строением. Ярегское месторождение залегает в средне-верхнедевонской толще и находится в тесном парагенезе с раннефранской трапповой формацией и с промышленной нефтью в лейкоксен-кварцевых коллекторах тектонических ловушек, которые возникли на рубеже палеозойской и мезозойской эр. Неповторимость месторождения проявлена и монокомпонентным лейкоксеновым составом руд, и необычной (чуждой) для россыпей грубообломочной (грубопсефитовой) их структурой, и даже концентрацией (более 9%) в рудах TiO₂, превышающей этот показатель во всех других титановых россыпях. В отличие от известных прибрежно-морских и континентальных ильменитовых (FeTiO₃) россыпей, ярегский рудный компонент —

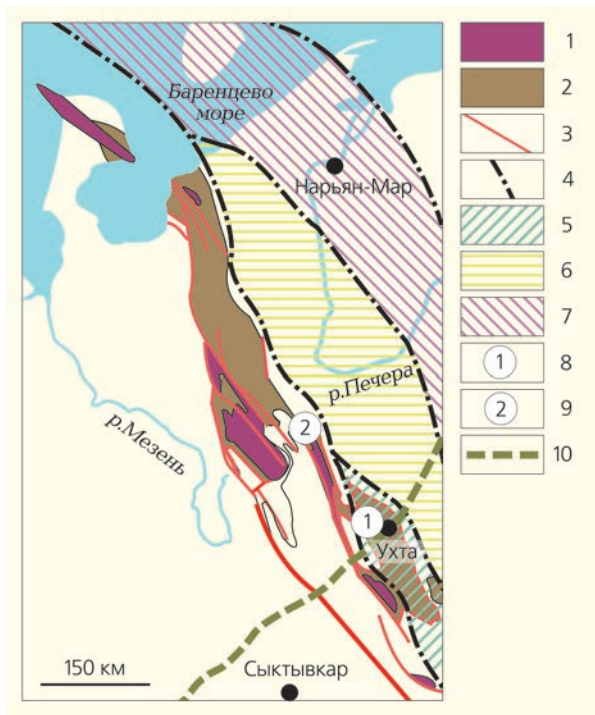


Рис.1. Местоположение Ярегского нефтетитанового и Пижемского титанового месторождений [1, с дополнениями]. 1–2 — выходы на дочетвертичную поверхность: 1 — допалеозойских пород, 2 — девонских пород; 3 — разломы, 4 — границы нефтегазоносных областей, 5–7 — нефтегазоносные области: 5 — Тиманская, 6 — Ижма-Печерская, 7 — Малоземельско-Колгуевская; 8 — Ярегское нефтетитановое месторождение, 9 — Пижемское титановое месторождение, 10 — железная дорога Москва—Воркута.

лейкоксен — при любых концентрациях не образует природных черных шлихов в кварцевых песчаниках. Из-за внешнего сходства его серых зерен с кварцевыми песчинками рудные песчаники визуально трудно отличить от безрудных, и ярегские руды часто остаются незамеченными в керне скважин, не нацеленных на поиск титановых руд. Через много лет при повторном просмотре керна из 30 скважин, пробуренных в 1980-е годы на площади Ярегского рудного узла, в 10 (!) мы впервые обнаружили лейкоксенную минерализацию [5].

Как и другие месторождения-гиганты, Ярегский феномен имеет сложный механизм формирования, который отчасти описан его первооткрывателем В.А.Калюжным. Он показал существенную роль в образовании месторождения «водородных и нефтьводородных процессов, наложившихся на изначально ильменитовые россыпи», которые и вызвали тотальную лейкоксенизацию ильменита и значительное обогащение руд титаном [6, с.2]. Эта теория объясняет, почему только на Ярегском нефтетитановом месторождении (в отличие от всех других) единственный рудный минерал — лейкоксен. К примеру, в одновозрастном с ним Пижемском титановом месторождении в той же Тиманской провинции, но за пределами нефтегазоносной области (см. рис.1), титановые руды не лейкоксенные, а обычные лейкоксен-ильменитовые. К тому же они заметно беднее ярегских.

В геологии любая генетическая модель вызывает дискуссию. И в данном случае представители оппонировавшей позиции считают, что Ярегское мес-

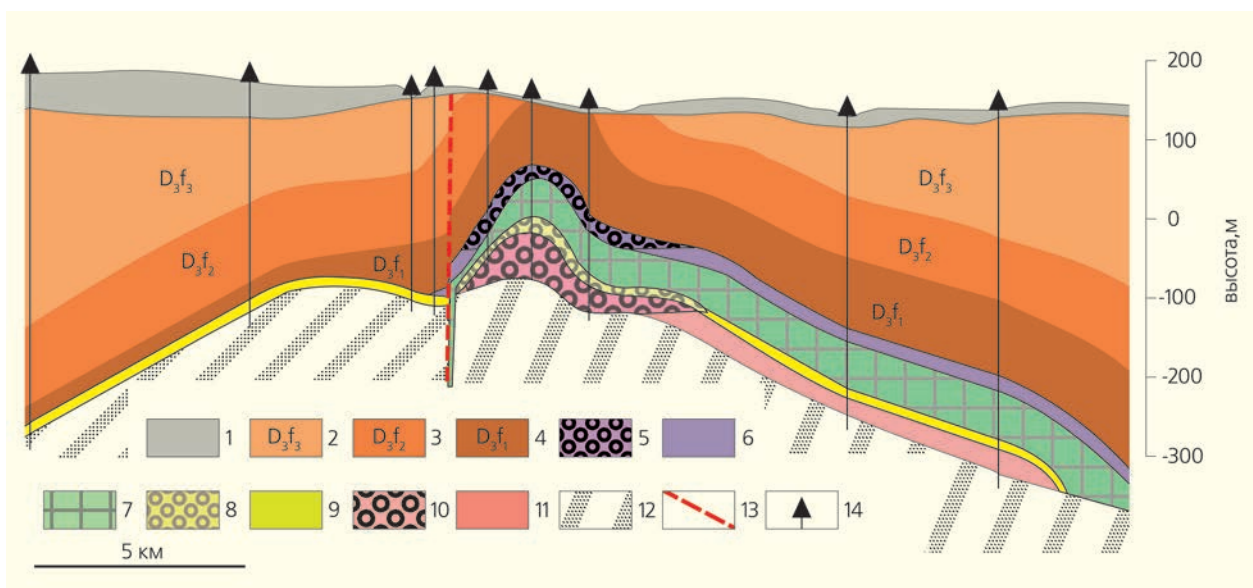


Рис.2. Геологический разрез Ярегского нефтетитанового месторождения. 1–4 — отложения: 1 — четвертичные, 2 — позднефранские, 3 — среднефранские, 4 — раннефранские; 5–11 — субформации: 5 — надвулканогенная с промышленной нефтью, 6 — надвулканогенная без нефти, 7 — вулканогенно-осадочная, 8–9 — нижнефранская гравелито-песчано-аргиллитовая: 8 — с промышленной нефтью, 9 — без нефти; 10–11 — живетская дресвяно-щебневая (Чибьюская): 10 — с промышленной нефтью, 11 — без нефти с признаками ее бывшего существования; 12 — допалеозойские породы, 13 — разлом, 14 — скважины.

торожение — типичная древняя прибрежно-морская россыпь. Например, Л.В.Махлаев уверен, что в ней «лейкоксен не имеет никакого отношения к нефти, а поступал в эту россыпь изначально, поскольку именно он, а не ильменит был титановым минералом в составе исходных пород» [7, с.117]. Модель Махлаева завораживает своей простотой, но оказывается ложной, поскольку его тезис об отсутствии ильменита в питающих породах Ярегского месторождения опровергается эмпирическими данными специалистов [6, 8, 9 и др.].

Геологические особенности и минералого-технологические свойства титановых руд Ярегского гиганта раскрыты в трудах многочисленных исследователей. В этой же статье приводятся в основном те структурно-текстурные и минералогопетрографические характеристики, которые могут приблизить нас к решению задачи по определению интенсивности нефтьгидрогенного обогащения ярегских титановых руд и уточнению геологических факторов, обусловивших неповторимость этого рудного месторождения. В связи с этим вспоминается афористичное, геологически безупречное высказывание талантливого металлогена Э.И.Кутырева: «Среда, вмещающая руды, знает и помнит о месторождениях больше, чем сами месторождения о себе». Рудовмещающей средой Ярегского месторождения служат породы, слагающие южнотиманскую средне-верхнедевонскую вулканогенно-терригенную титаноносную формацию и подстилающие ее допалеозойские складчатые комплексы. Посмотрим, о каких рудоформирующих процессах они могут поведать.

Следы восходящих флюидов в допалеозойских породах

Южнотиманскую титаноносную формацию подстилают рифейско-вендские двуслюдяные углисто-кварц-серицитовые сланцы с подчиненными слоями кварцито-песчаников. В них обнаружены отчетливые признаки замещения одних минералов и минеральных ассоциаций другими. Подобные процессы геологи называют метасоматозом, а их производные — метасоматическими породами, или метасоматитами. Наше внимание привлекли две их текстурные разновидности.

Метасоматические лейкоксенсодержащие микротрубки развиты в углеродисто-серицитовых сланцах. Цилиндрические (иногда изогнутые) трубки с поперечным сечением от 0.1 до 0.5 мм выполнены микрозернистым гидрослюдисто-кварцевым агрегатом и содержат удлиненные (до 1.0 мм) «кристаллики» лейкоксена (рис.3). Д.П.Сердюченко считает, что подобные кристаллики изначально принадлежали сфену (CaTiSiO_5), образовавшемуся при метаморфизме древних осадков

(т.е. при воздействии на них высоких температур и давлений) и позже превратившемуся в лейкоксен [9]. Калюжный же убежден в ильменитовой природе этого лейкоксена [6]. Практически все исследователи Ярегского месторождения были вовлечены в дискуссию по поводу альтернативы — сфен или ильменит.

Примечательно, что сланцы с лейкоксенсодержащими трубками отличаются аномально высокими концентрациями диоксида титана, которые возрастают (от 0.5–0.7 до 1.5–2.6%) по мере приближения к контакту с девонскими лейкоксеновыми

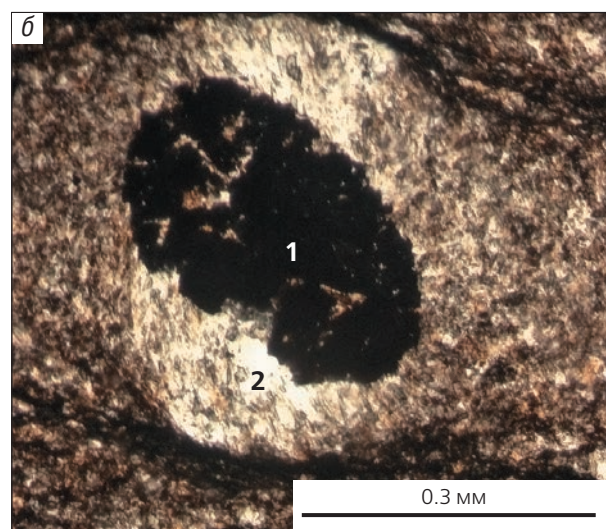


Рис.3. Лейкоксен-кварцевые метасоматические трубки: а — шлиф Я-97, николи параллельны, продольные срезы; б — шлиф Я-12, николи параллельны, поперечный срез. 1 — лейкоксен, 2 — кварцево-гидрослюдистый агрегат.

Здесь и далее фото автора

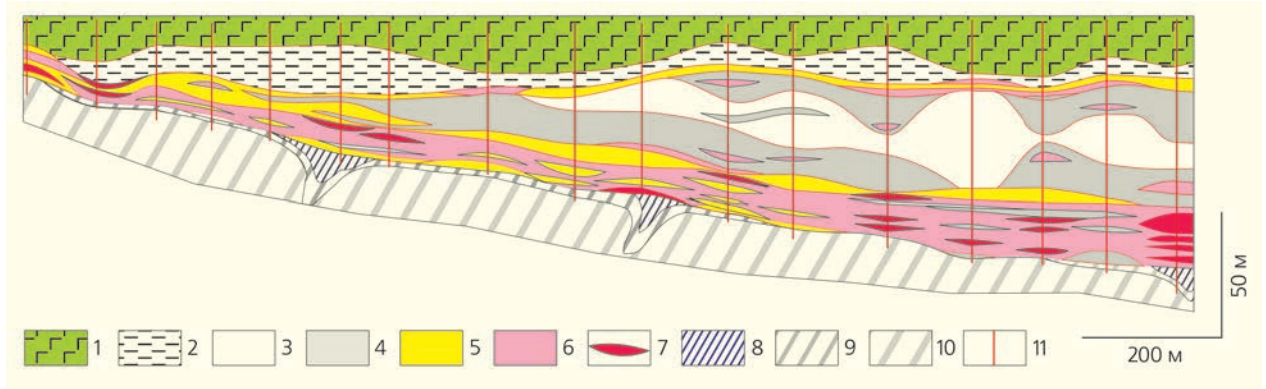


Рис.4. Распределение TiO_2 в титаноносной формации и в подстилающих вендских сланцах (использованы материалы Ярегского нефтешахтоуправления). 1 — вулканогенно-осадочная субформация, 2 — аргиллиты нижнефранконской субформации, 3–7 — концентрации TiO_2 : 3 — менее 1%, 4 — 1–2.5%, 5 — 2.5–7%, 6 — 7–15%, 7 — более 15%; 8–10 — вендские сланцы с концентрациями TiO_2 : 8 — 1–2.6%, 9 — 0.7–1%, 10 — менее 0.7%; 11 — разведочные скважины.

рудами (рис.4). По-видимому, обогащение сланцев титаном с формированием лейкоксеноносных трубок произошло на завершающих этапах инверсии вендского осадочного бассейна. Его воздымание вызвало массовую миграцию вещества с вторжением в субстрат и последующую разгрузку глубинных восходящих флюидов. Предполагаемая конфигурация обогащенного титаном ореола в подстилающих сланцах приведена на рис.4. Более чем двух-трехкратное (от 0.5–0.7 до 1.0–2.6%) локальное обогащение титаном подстилающих сланцев с формированием «зевровидных» текстур и «кристалликов» лейкоксена (см. рис.3) свидетельствует о значительной мобильности (а не о исключительной геохимической инертности) этого элемента.

Гравелитоподобные метасоматиты, преимущественно кварцевого состава, внешне напоминают осадочные гравелиты. Но в них очень похожие на обломки моно- или полиминеральные обособления гравийного размера возникли метасоматическим путем. Описываемые метасоматиты залегают среди углеродисто-сланцевых сланцев и вскрываются разведочными скважинами в северо-западном и западном флангах месторождения, близ зоны глубинного разлома, непосредственно под богатыми

лейкоксеновыми рудами. Эти серые и светло-серые породы макроскопически отличаются от вмещающих метаморфизованных алевропелитов равномерно рассеянными округлыми выделениями кварца диаметром от долей миллиметра до 5 мм. На светло-сером фоне новообразованной породы выделяются черные угловатые реликты (размерами от долей миллиметра до 3–5 мм) углеродисто-глинистых и углеродисто-алевро-глинистых исходных сланцев. Аналогичные по составу и структуре остатки исходной породы внутри кварцевых шаров (очень похожих на окатанные обломки) подтверждают их метасоматическую природу (рис.5). Узкие (100–200 м) крутопадающие тела гравелитоподобных кварцевых метасоматитов простираются на несколько километров согласно Тиманскому орогену. В процессе их формирования привносилась кремнекислота (ее содержание возрастает от 52.61 до 72.4%), выносились глинозем и щелочи (их концентрация уменьшается от 23.4 до 12.1% и от 7.3 до 1.9% соответственно). Содержание диоксида титана (0.54%) остается неизменным.

В пользу вторичной (метасоматической) природы новообразованных пород свидетельствуют не только перечисленные признаки, но и шаровидная

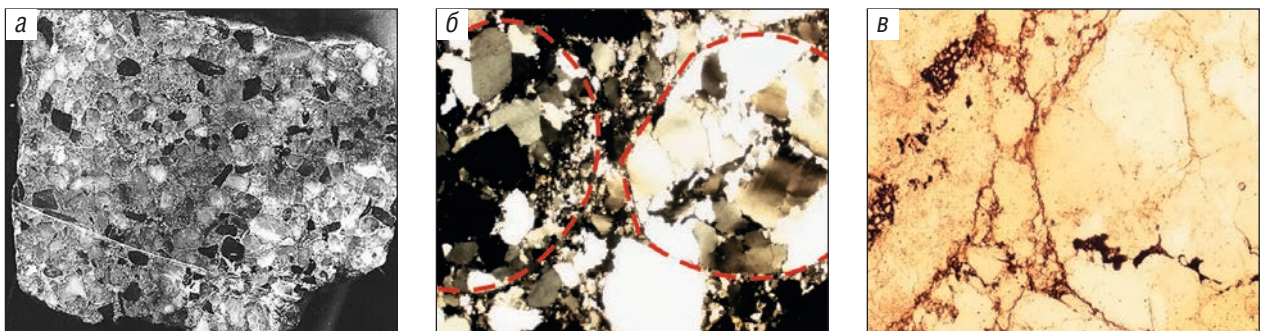


Рис.5. Гравелитоподобный метасоматит (образец ПАЧ-АН): а — сканограмма пришлифовки, б — шлиф, николи скрещены; в — деталь того же шлифа с реликтами замещаемой породы в метасоматических шариках, николи параллельны.

форма кварцевых блоков [10]. Согласно универсальному закону симметрии (принципу Кюри), симметрия объекта компромиссна между его собственной симметрией и симметрией воздействующей на него среды. В данном объекте сохраняются те элементы собственной симметрии, которые совпадают с элементами симметрии среды. При механо-генно-осадочном процессе важнейшие элементы симметрии осадкообразующей среды — гравитационное поле нашей планеты и гидродинамика бассейна седиментации. Поэтому в фациальных обстановках, благоприятных для образования обломочных пород, формируются уплощенные гальки. Иными словами, принцип Кюри накладывает запрет на шаровидную форму галек, которая может возникнуть лишь в исключительных условиях, при которых нейтрализуется сила тяжести [11].

При метасоматозе, напротив, шарообразная форма новообразований предпочтительна. В изотропной среде при капиллярном переносе минералообразующего флюида и неравномерном распределении жидкой фазы замкнутые области увлажнения стремятся приобрести энергетически наиболее выгодную форму шара. Последний обладает минимальным отношением площади поверхности к объему [12]. Здесь важно подчеркнуть, что находка сферических моно- или полиминеральных объектов в породах и рудах спорного генезиса (нередко приводимая в качестве доказательства их обломочного происхождения), не может служить аргументом в пользу их механо-генно-осадочной природы. Напротив, массовое скопление моно- или полиминеральных (включая рудные) сферических агрегатов, скорее всего, может служить признаком их метасоматического (а не обломочного) происхождения.

Субвертикальные тела существенно кварцевых метасоматитов в подстилающем ложе транслируют пути поступления в титаноносные осадки поликомпонентных флюидов. В свою очередь, интенсивная метасоматическая проработка подстилающих пород кремнекислыми флюидами наводит на мысль, что огромные массы кварца в составе титаноносной формации (при его дефиците в породах раннепалеозойской области денудации) обусловлены не только (и не столько) высокой зрелостью песчаников, но еще и существенным привносом кремнекислоты растворами.

Следы преобразований в палеозойской титаноносной формации

Локализованная в трог герцинского палеорифта средне-верхнедевонская вулканогенно-терригенная титаноносная формация вмещает все известные на Южном Тимане проявления титановых руд [10]. Она подразделяется на четыре субформации: живетскую дресвяно-щебневую кварцевую (Чибыюскую), нижнефранскую гравелито-песчано-аргиллитовую, вулканогенно-осадочную и надвулканогенную аргиллитово-песчаную. Кровлей титаноносной формации служат карбонатно-глинистые породы среднефранского подъяруса. По простиранию Тиманского орогена в северо-западном направлении южнотиманская титаноносная формация сменяется среднетиманской титаноносной с мелкими месторождениями золота и алмазов. Именно эта формация содержит крупное Пижемское лейкоксен-ильменитовое месторождение (см. рис.1).

Живетская дресвяно-щебневая кварцевая (Чибыюская) субформация соответствует среднедевонской чибыюской свите (рис.6). В виде ленты шириной до 10–12 км она простирается в субмеридиональном направлении более чем на 50 км [5]. Эта субформация самая продуктивная, она содержит все подсчитанные и утвержденные запасы титановых руд Ярегского гиганта, а также несколько малоизученных рудопроявлений. В поперечном разрезе она напоминает уплощенную линзу максимальной толщиной 114 м (см. рис.2).

В своде Ухтинской антиклинали живетская субформация послужила ловушкой для нефти. Нефте-

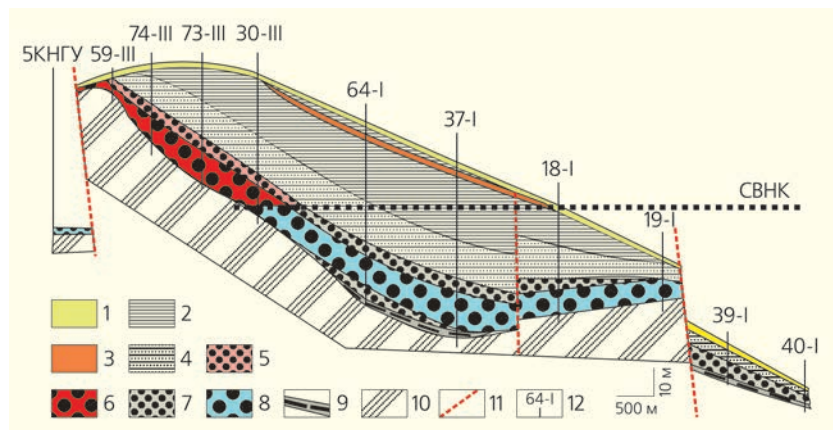


Рис.6. Строение Чибыюской титановорудной субформации (по материалам Ярегского нефтешахтоуправления). 1 — титановорудные конгломераты и песчаники нижнефранской субформации, 2–9 — породы и руды: 2 — аргиллиты третьей пачки, 3 — лейкоксеновые руды третьей пачки, 4 — аргиллиты и алевролиты второй пачки (надрудные алевролиты) с линзами лейкоксеновых руд, 5 — нефтенасыщенные бедные лейкоксеновые руды второй пачки, 6 — нефтенасыщенные богатые лейкоксеновые руды второй пачки, 7 — бедные лейкоксеновые руды второй пачки без нефти, 8 — богатые лейкоксеновые руды второй пачки без нефти, 9 — «надсланцевые аргиллиты» первой пачки; 10 — рифей-вендские сланцы, 11 — разломы, 12 — скважины. СВНК — современный водонефтяной контакт.

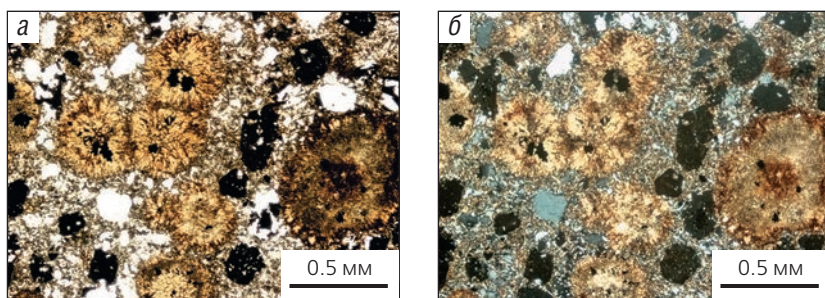


Рис.7. Сидеритовые сферолиты в лейкоксеновой руде. Шлиф 2068-303к: а — николи параллельны, б — скрещены.

насыщенные руды, локализованные выше современного водонефтяного контакта, пригодны для обогащения методом безреагентной флотации*.

Субформация построена из трех пачек. На нижней аргиллитовой пачке толщиной около 5 м (а чаще непосредственно на рифейско-вендских сланцах) залегают несортированные дресвяные и дресвяно-щебневые брекчии (подобные грубообломочные породы принято называть псефитолитами), содержащие до 50% крупных угловатых неокатанных кварцевых блоков. Мелкообломочная часть псефитолитов имеет кварцевый или кварцево-лейкоксеновый состав. Крупнообломочная пачка толщиной до 45 м вмещает пластовую кварцево-лейкоксеновую залежь средней мощностью 18 м, при среднем содержании TiO_2 около 9% и вариациях ZrO_2 от 0.01 до 0.3%. Самые высокие (до 350–400 кг/т, или 35–40%) концентрации TiO_2 обнаруживаются в крупно- и грубозернистых породах. Максимальные размеры (по длинной оси) зерен лейкоксена составляют 2–3 мм. Такие крупные зерна рудных и разубоживающих минералов не характерны для титановых россыпей, обычно представленных песками с зёрнами менее 0.3 мм. Максимальная же концентрация титановых минералов наблюдается в тонкозернистых (0.1–0.05 мм) песках [13].

* Авджиев Г.Р., Климух А.П., Чернолицкий А.В. Способ подготовки к флотации естественно нефтенасыщенных титаносодержащих песков: А.С. №177367 (СССР) // Бюл. изобр. 1966. №1.

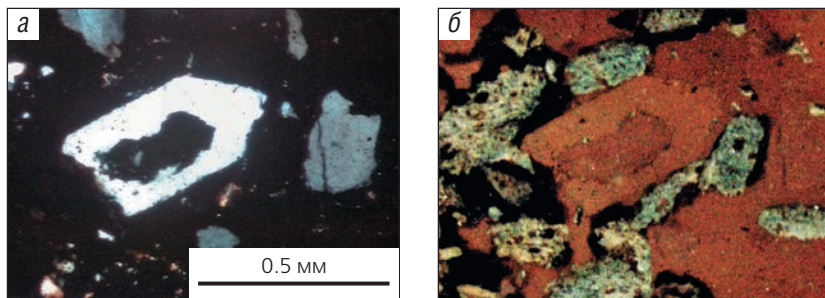


Рис.8. Футляровидный кристалл кварца в лейкоксеновой руде. Шлиф 17–22: а — николи скрещены, б — в косом свете. Серые зёрна — лейкоксен.

По гранулометрическому составу и структурно-текстурным особенностям кварцевого материала ярегские рудовмещающие породы не имеют аналогов среди Тi-россыпей. Но мы обратили внимание на их определенное структурное сходство с древними золоторудными «рифами» Витватерсранда (ЮАР). По поводу их генезиса высказаны различные генетические версии, включая и метасоматические [10].

По-видимому, аномально большая крупность зерен рудного и разубоживающего материала обусловлена интенсивными постседиментационными метасоматическими процессами, кардинально преобразовавшими структурно-текстурный облик былой россыпи. В пользу этого предположения свидетельствует большое разнообразие минеральных замещений в рудах. На кремнекислотный метасоматоз указывают присутствующие в них идиоморфные (хорошо ограненные, с четко выраженными гранями) шестигранные кристаллы (до 1.5–2.0 см по длинной оси) водяно-прозрачного кварца и их сростки [10, 14], а также регенерация кварцевых зерен и кварцевая каемка на зернах лейкоксена [8]. Скорее всего, наложенным окремнением обусловлены очень высокие (более 30%) концентрации SiO_2 в зернах лейкоксена, содержащих к тому же идиоморфные, видимые в электронном микроскопе нанокристаллы кварца. Метасоматическая природа крупных угловатых кварцевых обломковидных агрегатов подтверждается и наличием в них включений интенсивно измененных, но структурно узнаваемых алевропесчанников.

В лейкоксеновых рудах различаются три структурные генерации железистого карбоната — сидерита ($FeCO_3$): кристаллическая, сферолитовая (рис.7) и криптозернистая (в крупных желваках и обломковидных агрегатах).

В ярегских рудах примечательны футляровидные разновидности скелетных кристаллов кварца и лейкоксена (рис.8, 9), появление которых мож-

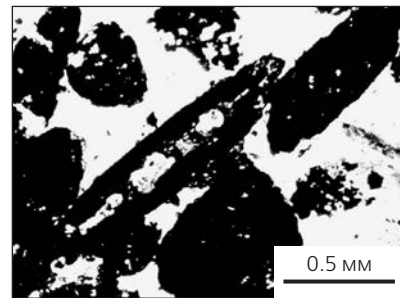


Рис.9. Футляровидный кристалл лейкоксена в руде. Николи скрещены.

но объяснить быстрым ростом в условиях резкого падения температуры минералообразующей системы.

Особого внимания заслуживает чрезвычайно любопытная разновидность метасоматитов, текстура которых названа флюидотурбитной. Эти новообразования, похожие на биотурбиты [10], массово распространены в надрудных алевролитах Чибьюской субформации. Представлены они тонким (несколько миллиметров) чередованием слоев глинистых и алевроглинистых сланцев с морфологически сложными слоеподобными лейкоксен-кварцевыми агрегатами (рис.10). Горизонтально-слоистые темно-серые и зеленовато-серые сланцы на 90–95% сложены гидрослюдой и серицитом и на 3–8% — кварцем и полевыми шпатами.

Надежными свидетелями изначально осадочной природы бывших алевро-глинистых пород служат споры, мелкий детрит углефицированной флоры и остатки микропланктона. Новообразованные слоеподобные агрегаты резко отличаются от них светло-серой окраской, лейкоксен-кварцевым составом (более 95%) и отсутствием характерных для осадочных пород признаков. Новообразованные структурно-вещественные неоднородности можно принять за следы жизнедеятельности илоедов, бактериальные постройки и др. Но многочисленные шлифовки, шлифы и механическое препарирование текстурных фрагментов позволили установить, что изучаемые лейкоксен-кварцевые новообразования состоят из сопрягающихся субвертикальных конусов и полойно ориентированных зон (рис.11), которые ассоциируются со следами метасоматирующего потока флюида, расщепляющегося на многочисленные вертикальные конические составляющие. Такие конусы представляют собой лейкоксен-кварцевые аналоги текстур конус-в-конусе, возникающих метасоматическим путем при фильтрации термального флюида*.

Баланс вещества в метасоматической системе «сланцы — лейкоксен-кварцевые конусы» показал, что в процессе текстурной трансформации осадков в них приносились SiO_2 , TiO_2 , Zr, Ce, La, Ag, а также иттрий, иттербий и другие элементы, не свойственные вмещающим сланцам, а выноси-

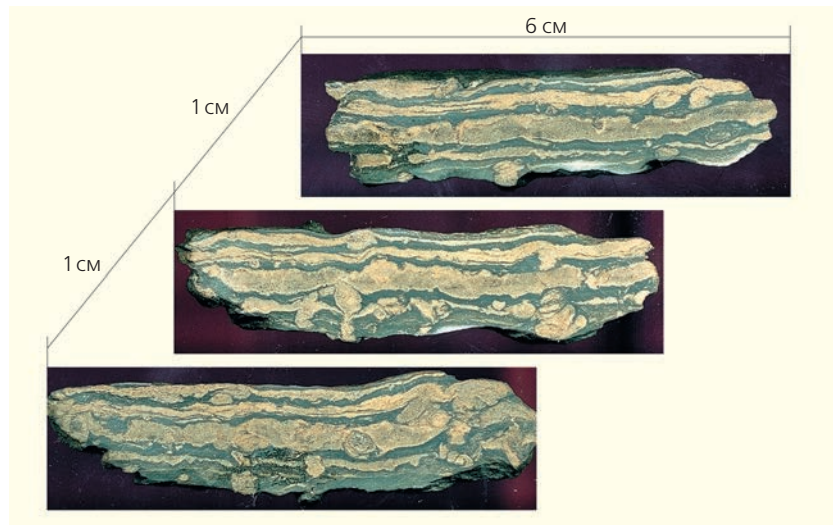


Рис.10. Новообразованная (флюидотурбитная) псевдослойчатость в Чибьюской субформации. Ярегская нефтяная шахта №3. Блок-диаграмма из сканограмм трех пришлифованных срезов с шагом 1 см.

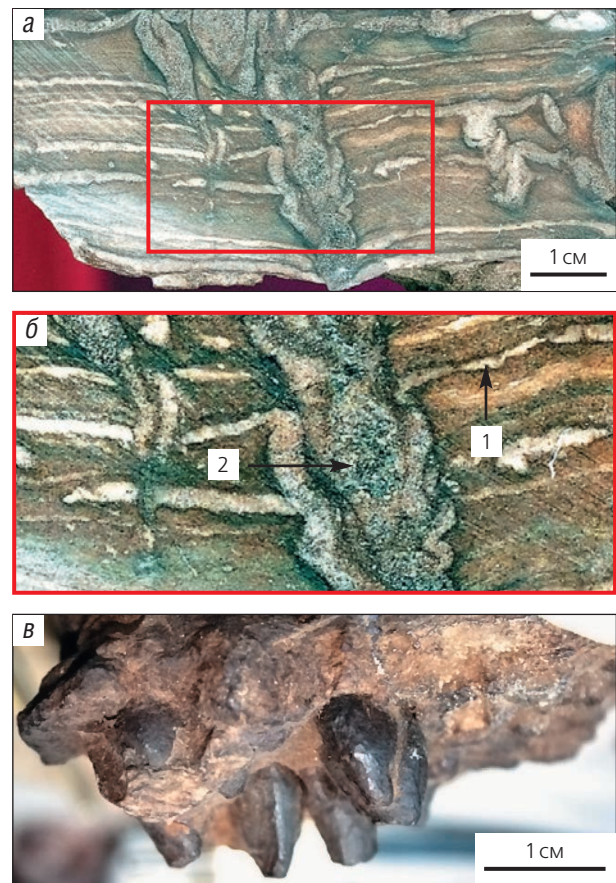


Рис.11. Лейкоксен-кварцевые морфогенетические аналоги структуры конус-в-конусе. Детали флюидотурбитной текстуры в Чибьюской субформации: а — сканограмма пришлифованного образца Я-22; б — деталь сканограммы (стрелками показан лейкоксен-кварцевый след: 1 — полойно проникающего флюида, 2 — пронизывающего слоистость), в — фото того же образца с препарированными конусами. Нефтяная шахта №3.

* Колокольцев В.Г. Загадочная текстура конус-в-конусе // Природа. 2015. №11. С.27–36.

лись из них Al_2O_3 , K_2O , Na_2O , MgO , Fe_2O_3 (табл.). Таким образом, фильтрация термальных флюидов через осадки обусловила кардинальное искажение их седиментогенного структурно-текстурного облика и существенный (111.7 кг/м^3) привнос диоксида титана. Мы получили убедительное подтверждение идеи Калюжного [6] о постседиментационном обогащении титаном изначально россыпных руд.

Венчающая разрез Чибьюской субформации третья пачка толщиной до 35 м представлена кварцевыми и лейкоксен-кварцевыми мелкозернистыми песчаниками со слоями аргиллитовидных глин. Верхняя ее часть вмещает рудную залежь мощностью 3.3 м при средней концентрации TiO_2 около 5%, запасы которой отнесены к забалансовым.

Нижнефранская гравелито-песчано-аргиллитовая субформация представляет собой базальную толщу франского трансгрессивного мегацикла. В своде Ухтинской антиклинали она с размывом залегает на Чибьюской субформации и перекрывается вулканогенно-осадочной. В юго-западном крыле антиклинали Чибьюская субформация покоится непосредственно на допалеозойских

сланцах и перекрывается среднефранскими карбонатно-глинистыми породами (см. рис.2). Песчаники базальной субформации заметно отличаются от собственно кварцевых чибьюских песчаников мезо- и олигомиктовым составом (65–80% кварцевых зерен).

В скользящей по возрасту подошве мелкогалечные конгломераты почти повсеместно содержат высокие (более 2–3%) концентрации лейкоксена. Эта субформация мощностью от нескольких метров до 45 м включает серию рудных залежей, которые в пределах Ярегского месторождения традиционно именуется «верхней россыпью». Их максимальная мощность достигает 12.0 м при средней концентрации TiO_2 около 6%.

Вулканогенно-осадочная субформация сложена витро- и литокластическими переслаивающимися туфами, туффитами, базальтами, песчаниками, алевролитами, которые пронизаны пластовыми телами и дайками долеритов. По гранулометрическому составу туфы весьма разнообразны: от крупнообломочных и агломератовых до пепловых.

Пластовые тела долеритов толщиной от нескольких дециметров до 40 м чаще залегают среди туффитов. Они вскрыты скважинами и подземными

выработками в разных частях разреза, включая подошву и среднюю часть Чибьюской субформации. Мощность вулканогенно-осадочной субформации увеличивается в восточном направлении до 120 м.

Причинно-следственные связи ярегских лейкоксеновых руд с раннефранскими вулканитами не изучались. Но эта проблема заслуживает определенного внимания. С аналогичными по составу и возрасту вулканогенными образованиями на юго-востоке Воронежской антеклизы генетически связаны титановые (концентрация ильменита до 350 кг/м^3) залежи ястребовского горизонта мощностью до 40 м. Считается, что воронежские ильменитовые залежи представляют собой россыпи, образовавшиеся за счет выброса титановых минералов при вулканическом извержении [15].

Надвулканогенная аргиллитово-песчаная субформация залегает на вулканогенно-осадочной субформации, за пределами которой входит в состав базальной нижнефранской суб-

Таблица

Химический состав среднедевонского аргиллита и образовавшегося по нему флюидотурбитного метасоматита

Компоненты		Метасоматическая система		Баланс*
		Исходный аргиллит	Флюидно-турбитный метасоматит	
SiO_2	масс. %	65.33	80.96	+335.6
	кг/м ³	1639.8	1975.4	
TiO_2	масс. %	1.01	5.62	+111.7
	кг/м ³	25.4	137.1	
Al_2O_3	масс. %	19.64	5.69	-354.2
	кг/м ³	493.0	138.8	
Fe_2O_3	масс. %	1.11	0.68	-11.3
	кг/м ³	27.9	16.6	
FeO	масс. %	0.86	0.64	-6.0
	кг/м ³	21.6	15.6	
Na_2O	масс. %	0.31	0.2	-2.9
	кг/м ³	7.8	4.9	
K_2O	масс. %	4.33	1.21	-79.2
	кг/м ³	108.7	29.5	
MgO	масс. %	0.98	0.38	-15.3
	кг/м ³	24.6	9.3	
ППП**	масс. %	6.06	4.62	
Σ	масс. %	99.63	99.93	
Zr***	масс. %	0.05	0.13	+1.9
	кг/м ³	1.25	3.17	
Sr***	масс. %	0.005	0.002	
B***	масс. %	0.014	0.007	
Плотность	кг/м ³	2510	2440	
Пористость	%	6.7	6.4	

* Разница в составе исходной породы и вновь образованного метасоматита: плюс — привнос компонента, минус — вынос.

** Потери при прокаливании.

*** Определены спектральным анализом.

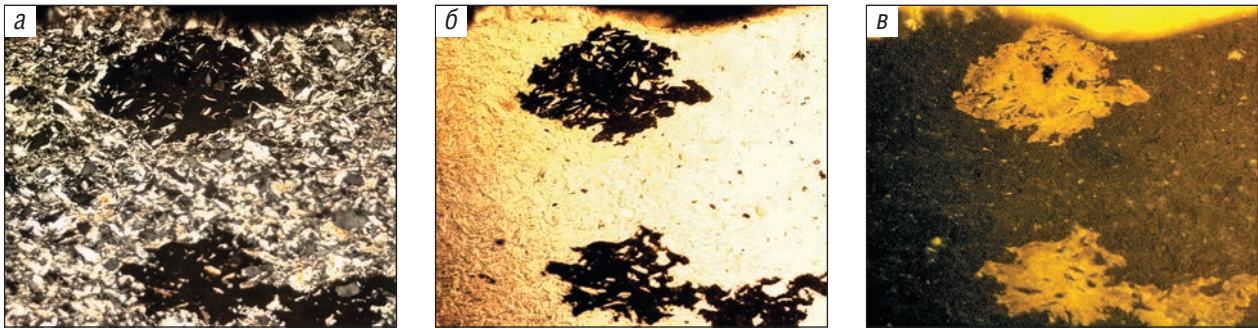


Рис.12. Ситовидная структура метасоматических кристаллоблобов лейкоксена в аргиллите надвулканогенной титановорудной субформации. Шлиф 17–72: а — николи скрещены, б — николи параллельны, в — в косом свете.

формации (см. рис.2). Сложена она преимущественно серо-голубыми аргиллитами с линзами песчаников и мелкогалечных конгломератов толщиной 0.4–6.0 м. Лейкоксен присутствует в песчаных и в глинистых породах. В своде Ухтинской антиклинали песчаники насыщены тяжелыми фракциями нефти. В нефтенасыщенных лейкоксен-кварцевых песчаниках преобладают рудные частицы размером 0.5–0.25 мм, но встречаются и редкие зерна очень крупного лейкоксена — до 3–5 мм. В аргиллитах выделения лейкоксена (до 2–3%) имеют ромбическое сечение и ситовидную структуру (рис.12).

Структурно-вещественные следы флюидных потоков в формациеобразующих титаноносных и в подстилающих рифей-вендских породах подтверждают участие в формировании Ярегского месторождения не только экзогенных, но и разнообразных эндогенных процессов. Для их лучшего понимания мы решили обратиться к сравнению Ярегского нефтетитанового месторождения с другим — довольно известным Пижемским лейкоксен-ильменитовым.

Ярегское нефтетитановое и Пижемское титановое месторождения

Пижемское месторождение находится в 160 км севернее Ярегского (см. рис.1). Размещение того и другого контролируется прибрежной зоной допозднедевонского морского бассейна. Казалось бы, сформировавшиеся в сходных физико-географических обстановках месторождения должны обладать большим геологическим сходством, но они существенно различаются по следующим признакам.

1. Руды Ярегского месторождения содержат промышленную нефть либо следы ее бывшего присутствия. На Пижемском месторождении признаки нефти и ее производных отсутствуют. Это может свидетельствовать о резко различающихся геологических условиях эволюции месторождений в послевонское время и более интенсивных эпигене-

тических процессах в Тиманской нефтегазоносной области (см. рис.1).

2. Пижемское месторождение изучено хуже Ярегского, но имеющиеся на сегодня данные позволяют утверждать, что его руды по содержанию TiO_2 (менее 5%) почти вдвое беднее ярегских (более 9%).

3. Минеральный состав ярегских руд исключительно лейкоксеновый, а пижемских — лейкоксен-ильменитовый, где около 50% приходится на неизменный ильменит, 25% — на лейкоксенизированный ильменит, а еще 25% — на неэлектромагнитный лейкоксен неясной природы.

4. В ярегских титановых рудах преобладает однообразная грубая слоистость, плохо выраженная чередованием грубо- и мелкообломочных разновидностей псефитолитов с неотчетливыми слоевыми границами (рис.13). Корректно определить их фациальную принадлежность чрезвычайно трудно. В пижемских рудах, напротив, хорошо выражена (черным шлихом рудных минералов) разнообразная слойчатость (рис.14), обычная для фаций и микрофаций пляжей и мелководных отмелей.

5. Руды Ярегского месторождения обладают несвойственным для россыпей грубым гранулометрическим составом кварцевого материала с псефитовой структурой. Руды Пижемского месторождения имеют характерный для россыпей гранулометрический состав, соответствующий средне- и мелкозернистым песчаникам.

6. На Ярегском месторождении максимальные концентрации рудных компонентов приурочены к несортированным грубопсефитовым разновидностям кварцевых пород [16]. В пижемских рудах самые высокие концентрации титановых минералов наблюдаются в наиболее сортированных песчаниках [14, 17].

7. На Ярегском месторождении титановые руды трудно визуально отличить от вмещающих безрудных кварцевых песчаников из-за сходства светлого лейкоксена с кварцевыми зернами. Пижемские руды легко опознаются невооруженным глазом благодаря черному ильменитовому шлиху.

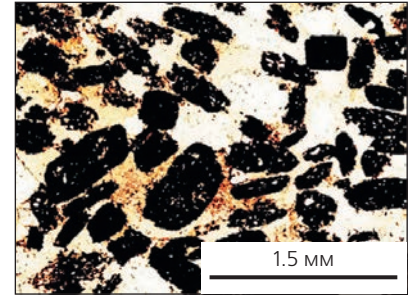
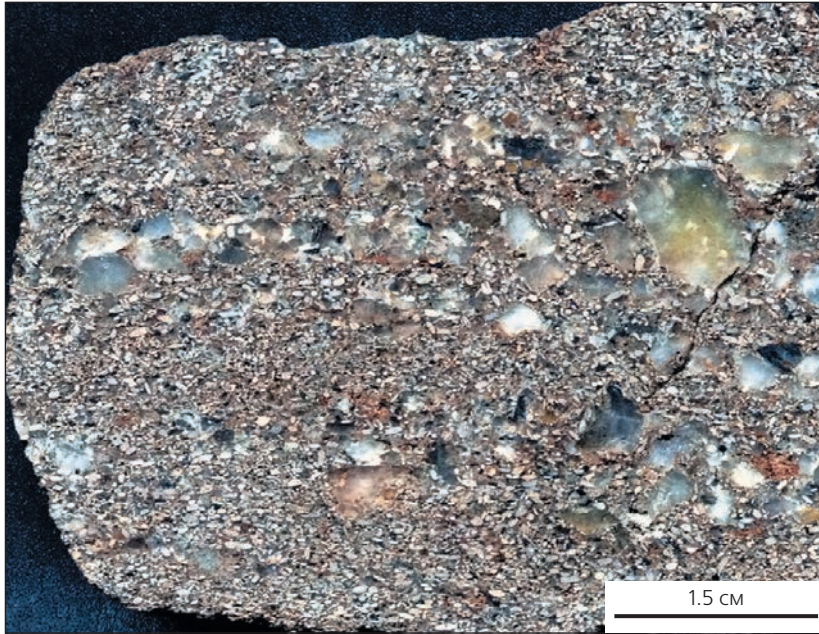


Рис.13. Неясно-слоистая богатая ярегская лейкоксовая руда состава (%): SiO_2 — 32.65, Al_2O_3 — 4.64, TiO_2 — 31.78, Fe_2O_3 — 15.75, MnO — 0.30, MgO — 0.81, CaO — 0.81, Na_2O — 0.61, K_2O — 1.43, P_2O_5 — 0.20, потери при прокаливании — 11.0, Ва — 0.008; сумма — 99.98. Слева — сканограмма образца, справа — шлиф, николи параллельны. Черное — лейкоксен.

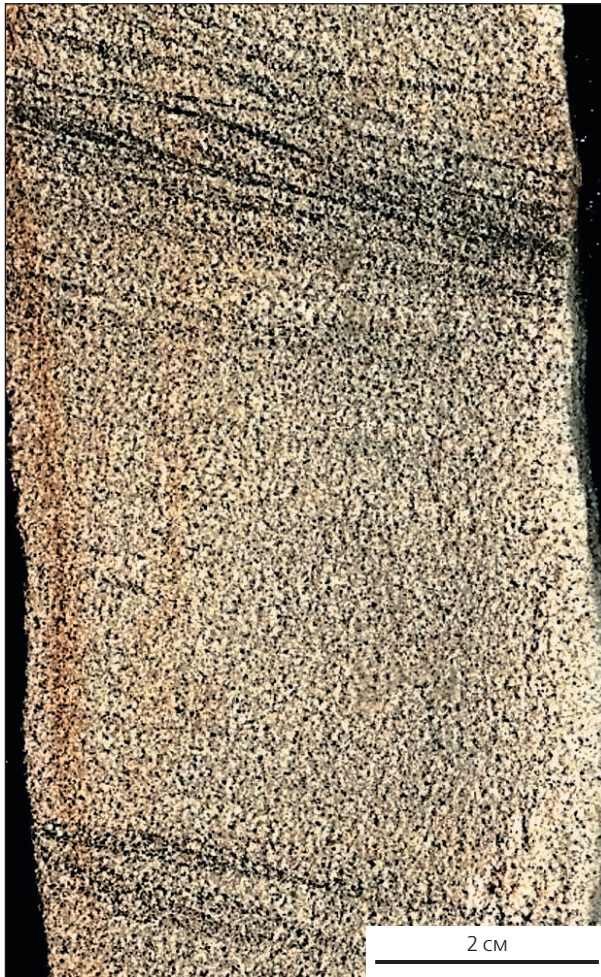


Рис.14. Наклонно-слоистая текстура пижемской ильменит-лейкоксовой руды состава (%): SiO_2 — 82.64, TiO_2 — 5.26, Al_2O_3 — 5.11, Fe_2O_3 — 1.00, FeO — 1.50, MgO — 0.46, CaO — 0.23, K_2O — 1.36, Na_2O — 0.5, потери при прокаливании — 1.95; сумма — 100.01. Сканограмма образца.

Лишь явным недоразумением можно объяснить указание А.М.Плякина на «удивительное сходство (Ярегского и Пижемского месторождений. — В.К.) не только по минеральному составу, но и по строению» [18, с.62]. Эти месторождения существенно различаются, что может свидетельствовать об их принадлежности к разным генетическим типам.

Формирование осадочных месторождений (включая древние россыпи) проходит через три стадии литогенеза: седиментогенез, диагенез и эпигенез. В свою очередь, в постдиагенетической истории месторождений различают два принципиально разных эпигенеза: стадийный и наложенный [19]. Стадийный эпигенез проявляется на этапах погружения осадочного бассейна, и его процессы в значительной мере автономны по веществу и энергии. Наложенный же эпигенез характерен для поздних этапов инверсии осадочного бассейна и сопровождается раскрытием флюидоупорных систем, подъемом агрессивных флюидов из нижних горизонтов осадочного бассейна. В резко неравновесных условиях происходит растворение, перераспределение вещества, замещение одних минералов другими с формированием вторичной пористости и др. Представляется очевидным, что индивидуальные свойства сравниваемых месторождений обусловлены интенсивностью и направленностью процессов в каждой из этих стадий.

На Ярегском месторождении структурно-вещественная информация о седиментогенном рудогенезе, как уже было сказано, в существенной мере «затушевана» (уничтожена) постседиментационными процессами. Однако она сохранилась на Пижемском месторождении, что открывает принципиальную возможность реконструировать

седиментогенную стадию литогенеза и на Ярегском гиганте. Ильменит-содержащие осадки Ярегского и Пижемского месторождений формировались в прибрежной (пляжевой) зоне допозднедевонского моря за счет привноса рудных минералов прибойными потоками.

Структурно-текстурный облик Пижемской россыпи, слабо подвергнувшейся процессам наложенного эпигенеза, позволяет реконструировать гидродинамику бассейна седиментации, а имеющиеся данные о содержании рудных компонентов в сформировавшейся россыпи дают представление о степени концентрации титановых минералов при седиментации. Если принять, что на седиментационной стадии концентрация TiO_2 в ярегских ильменитсодержащих осадках мало отличалась от пижемских (около 5%), а сейчас составляет более 9%, то определение доли эпигенетического титана в рудах Ярегского месторождения сводится к одному арифметическому действию: $9 - 5 = 4$. Учитывая ряд нестрогих доказанных допущений, без оговорок принять полученную величину нельзя, но она дает представление о значительном вкладе гидротермального TiO_2 (почти вдвое увеличивающего концентрацию полезного компонента), соизмеримом с седиментогенным.

Приведенный баланс вещества в системе, формирующей метасоматиты с флюидотурбитной текстурой, демонстрирует еще больший привнос TiO_2 (111 кг/м³) в метасоматическом процессе (см. табл.), что подтверждает правомочность приведенных заключений.

О геохимии титана

Гипотеза о существенной роли восходящих нефтеформирующих флюидов в становлении облика ярегских титановых руд согласуется с современными представлениями о высокой агрессивности водной среды, которая сопровождает нефть. Продукты окисления нефти (органические кислоты, пероксиды, альдегиды, диоксид углерода, сероводород и др.) способствуют растворению и переносу минералов с формированием разнообразных метасоматитов и вторичных коллекторов [19]. Эти процессы изучены на водонефтяных контактах [20].

Казалось бы, изложенная версия вступает в противоречие с постулатом об исключительной геохимической инертности титана, который в металлогенических построениях нередко используется в качестве эталона инертности. Этот элемент необыкновенно стоек даже в таком сильном окислителе, как концентрированная азотная кислота. Если исключить плавиковую кислоту, разрушающую многие соединения, то титан поддается растворению лишь под воздействием перекиси водо-

рода, спиртов, сухих хлора и бора, кремнефтористоводородной и фосфорной кислот [21].

Вместе с тем имеются эмпирические данные о природных обстановках, в которых этот элемент образует высокие концентрации. Общеизвестны указания В.И.Вернадского на способность коллоидов титана перемещаться в нормальной водной среде, обеспечивая широкое его участие в формировании осадочных пород. Титан постоянно обнаруживается в золе нефтей, в которой его содержание составляет от тысячных до десятых долей процента [22]. Установлено, что концентрация титана в нефтяных водах выше, чем в водах поверхностного стока рек. В нефтяных водах Ярегского месторождения, как показал Калюжный, концентрация этого элемента достигает 0.192 мг/л [6]. Сравнительно высокие его содержания обнаружены в природных конденсатах вулканических термальных вод. В вулканах Камчатки кислые хлоридно-фторидные фумарольные газы выносят титан из поднимающейся магмы, извлекая из андезитовых лав до 77% его количества [23]. Мы упоминали ураганные ильменитовые концентрации вулканически-эксплозивного генезиса в ястребовском горизонте Воронежской антеклизы. Я.Э.Юдович с коллегами [24] приводят сведения о геохимической мобильности титана в гидротермальных обстановках и говорят о целесообразности пересмотра представлений о его инертности в геологических процессах. Все это можно рассматривать в качестве аргументов в пользу вероятного перемещения титана нефтьсодержащими агрессивными флюидами при вздымании тиманского осадочного бассейна на рубеже палеозойской и мезозойской эр. На этом этапе сформировалась вторичная пористость в лейкоксеносодержащих песчаниках с поступлением в тектонические ловушки углеводородов. Подобное образование неординарных метасоматитов и вторичной пористости отмечается и в коллекторах Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна [25, 26]. На Ярегском месторождении, по видимому, с подобным этапом наложенного эпигенеза связано почти двукратное обогащение титаном прибрежно-морской россыпи.

* * *

Таким образом, Ярегское нефтетитановое месторождение целесообразно отнести к двухстадийному седиментационно-нафтидно-эпигенетическому лейкоксеновому типу. На седиментационной (в среднедевонское время) стадии возникла ильменитовая россыпь со сравнительно убогими титановыми рудами (около 5% TiO_2). На рубеже палеозоя—мезозоя (в этап наложенного эпигенеза) в ильменитовых песчаниках под влиянием восходящих углеводородсодержащих флюидов форми-

рвалась вторичная пористость, разрушался ильменит и привносился диоксид титана, приводя к обогащению титановых руд и заполнению нефтью тектонических ловушек.

Если условно подсчитанная доля нефтидно-водородного титана в Ярегском месторождении отражает интенсивность природного процесса,

то существует вероятность образования и возможность обнаружения в других нефтегазоносных бассейнах мира новых, пока что неизвестных для титана месторождений флюидно-углеводородно-лейкоксового типа. Они могут сформироваться путем преобразования осадочных толщ нефтьгидрогенными флюидами. ■

Литература / Reference

1. Прищепа О.М., Богацкий В.И., Макаревич В.Н. и др. Новые представления о тектоническом и нефтегазогеологическом районировании Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2011; 6(4). [Prishepa O.M., Bogatsky M.I., Makarevich V.N. et al. The Timan-Pechora oil-bearing province — new tectonical insight. Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika. 2011; 6(4). (In Rus.)] Available at: http://www.ngtp.ru/rub/4/40_2011.pdf.
2. Авджиев Г.Р., Коржаков В.В. Ярегское месторождение — крупная и перспективная сырьевая база развития титановых производств в России. Народное хозяйство Республики Коми. [Avdzhiev G.R., Korzhakov V.V. Yarega field — a large and promising source of raw materials for titanium production development in Russia. Narodnoe khozyaystvo Respubliki Komi. 1993; 2(1): 77–84. (In Rus.)]
3. Машковцев Г.А. Современное состояние минерально-сырьевой базы отечественной металлургии. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2007; (5): 16–25. [Mashkovtsev G.A. Current state of the mineral resource base of domestic metallurgy. Mineralnye Resursy Rossii. Ekonomika i Upravlenie. 2007; (5): 16–25. (In Rus.)]
4. Пранович А.А., Власенко В.И. Комплексный подход к освоению Ярегского нефтетитанового месторождения. Горный журнал. 2007; (3): 69–70. [Pranovich A.A., Vlasenko V.I. An integrated approach to the development of Yarega oil-titanium field deposit. Gornyy Zhurnal. 2007; (3): 69–70. (In Rus.)]
5. Колокольцев В.Г. Новое о титаноносности Ярегского рудного узла (Южный Тиман). Региональная геология и металлогения. 2016; 67: 107–117. [Koloroltsev V.G. New about titanium content in the Yarega ore cluster (Southern Timan). Regional'naya Geologiya i Metallogeniya. 2016; 67: 107–117. (In Rus.)]
6. Калюжный В.А. Геология новых россыпеобразующих метаморфических формаций. М., 1982. [Kalyuzhny V.A. Geology of new placer-forming altered formations. Moscow, 1982. (In Rus.)]
7. Махлаев Л.В. О природе лейкоксона в Ярегском нефтетитановом месторождении (в связи с оценкой перспектив других титановых палеороссыпей Притиманья). Литосфера. 2008; 5: 117–121. [Makhlav L.V. On the nature of leucoxene in Yarega oil-titanium field (in connection with the prospect estimation of other titanium paleoplacers in the Timan region). Litosfera. 2008; 5: 117–121. (In Rus.)]
8. Игнатьев В.Д., Бурцев И.Н. Лейкоксен Тимана: минералогия и проблемы технологии. СПб., 1997. [Ignatiev V.D., Burtsev I.N. Leucoxene in Timan: mineralogy and technology issues]. St.Petersburg, 1997. (In Rus.)]
9. Сердюченко Д.П. Минералы бора и титана в некоторых осадочно-метаморфических породах. Тр. ГИН АН СССР. 1956; 5: 53–124. [Serdiuchenko D.P. Minerals of boron and titanium in some sedimentary-metamorphic rocks. Proceedings of the Geological Institute of the USSR Academy of Sciences. 1956; 5: 53–124. (In Rus.)]
10. Колокольцев В.Г. Блочные метасоматиты в осадочных толщах и их диагностика. СПб., 1999. [Kolokoltsev V.G. Block altered rocks in the sedimentary sequences and their diagnostics. St.Petersburg, 1999. (In Rus.)]
11. Шафрановский И.И. Симметрия в природе. Л., 1985. [Shafranovskii I.I. Symmetry in nature. Leningrad, 1985. (In Rus.)]
12. Поспелов Г.Л. Парадоксы, геолого-физическая сущность и механизмы метасоматоза. Новосибирск, 1973. [Pospelov G.L. Paradoxes, geophysical nature and mechanisms of metasomatism. Novosibirsk, 1973. (In Rus.)]
13. Гурвич С.И., Болотов А.М. Титано-циркониевые россыпи Русской платформы и вопросы поисков. М., 1968. [Gurvich S.I., Bolotov A.M. Titanium-zirconium placers of the Russian platform and search questions. Moscow, 1968. (In Rus.)]
14. Надеждина Е.Д. Титаноносность древних россыпей Тимана. Генетические типы месторождений осадочных полезных ископаемых. М., 1973; 85–92. [Nadezhdina E.D. Titanium content of ancient placers in Timan. Genetic Types of Sedimentary Mineral Deposits. Moscow, 1973; 85–92. (In Rus.)]
15. Блинов В.А., Дюбюк М.Л., Кузьмина Л.С., Одокий Б.Н. О концентрации титана вулканогенно-осадочных образований ястребовского горизонта на юге Воронежской области. Геология рудных месторождений. 1963; 5(1): 109–113. [Blinov V.A., Dyubyuk M.L., Kuzmina L.S., Odoky B.N. About the concentration of titanium in volcanic-sedimentary formations of the Yastrebovsky horizon in the south of the Voronezh region. Geologiya Rudnyh Mestorozhdenij. 1963; 5(1): 109–113. (In Rus.)]
16. Сушон А.Р. Условия формирования титаноносных россыпей в среднедевонских отложениях Тимана. Изв. вузов, геология и разведка. 1962; (6): 87–98. [Sushon A.R. Formation conditions of titaniferous placers in the Middle Devonian deposits of Timan. Izvestiya VUZov. Geologiya i Razvedka. 1962; (6): 87–98. (In Rus.)]
17. Надеждина Е.Д., Каленик В.Н., Сидорова И.С. Литогенетические типы и фации титаноносных отложений Среднего Тимана. Рудоносность осадочных пород. М., 1973; 155–167. [Nadezhdina E.D., Kalenik V.N., Sidorova I.S. Lithogenetic types and facies of titaniferous sediments of Middle Timan. Ore bearing sedimentary rocks. Moscow, 1973; 155–167. (In Rus.)]

18. Плякин А.М., Ершова О.В. О возрасте девонских полиминеральных россыпей Тимана. Известия Коми НЦ УрО РАН. 2010; (1): 60–63. [Plyakin A.M., Ershova O.V. On the age of Devonian polymeric alluvial deposits in Timan. Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Division of the Russian Academy of Science. (In Rus.)]
19. Лебедев Б.А. Геохимия эпигенетических процессов в осадочных бассейнах. Л., 1992. [Lebedev B.A. Geochemistry of epigenetic processes in sedimentary basins. Leningrad, 1992. (In Rus.)]
20. Сахибгареев Р.С. Вторичные изменения коллекторов в процессе формирования и разрушения нефтяных залежей. Л., 1989. [Sakhigareev R.S. Secondary changes of reservoir in the formation and destruction of oil deposits. Leningrad, 1989. (In Rus.)]
21. Томашев Н.Д., Альтовский Р.М. Коррозия и защита титана. М., 1963. [Tomashev N.D., Altovsky R.M. Corrosion and protection of titanium. Moscow, 1963. (In Rus.)]
22. Краюшкин В.А., Казаков С.Б., Андрусечко В.И. Спектрографическое исследование золы нефтей, добываемых из менилитовой серии Долинского месторождения. Нефтегазовая геология и геофизика. 1963; (4): 58–60. [Krayushkin V.A., Kazakov S.B., Andrushechko V.I. Spectrographic study of the oil ash produced from the menilite series of the Dolynske oil field. Neftegazovaya Geologiya i Geofizika. 1963; (4): 58–60. (In Rus.)]
23. Пуртов В.К., Котельникова А.Л. О миграционных свойствах титана в хлоридных и фторидных гидротермальных растворах, по экспериментальным данным. Геология рудных месторождений. 1992; (6): 61–69. [Purtov V.K., Kotelnikova A.L. On the migration properties of titanium in chloride and fluoride hydrothermal solutions, according to experimental data. Geology of Ore Deposits. 1992; (6): 61–69. (In Rus.)]
24. Юдович Я.Э., Кетрис М.П., Рыбина Н.В. Геохимия титана. Сыктывкар, 2018. [Yudovich Ya.E., Ketris M.P., Rybina N.V. Geochemistry of titanium. Syktvykar, 2018. (In Rus.)]
25. Колокольцев В.Г., Ларичев А.И., Скачек К.Г. Метасоматическая трансформация седиментогенных текстур в нефтяных коллекторах Западной Сибири. Доклады IX Международной конференции «Новые идеи в науках о Земле». М., 2009; 1: 128. [Kolokoltsev V.G., Larichev A.I., Skachek K.G. Metasomatic transformation of sedimentogenic textures in oil reservoirs in Western Siberia. Proceedings of the IX International Conference «New Ideas in Earth Sciences». Moscow, 2009; 1: 128. (In Rus.)]
26. Колокольцев В.Г., Ларичев А.И., Мордвинцев М.В. Экстраординарные метасоматические преобразования осадочных пород в чехле Западно-Сибирской плиты. Актуальные вопросы литологии: материалы 8-го Уральского литологического совещания. Екатеринбург, 2010; 138–141. [Kolokoltsev V.G., Larichev A.I., Mordvintsev M.V. Extraordinary metasomatic transformations of sedimentary rocks in the cover of the West Siberian plate. Actual questions of lithology: materials of the 8th Ural lithological meeting. Ekaterinburg, 2010; 138–141. (In Rus.)]

Yarega Titanium Phenomenon

G.V.Kolokoltsev

Karpinsky Russian Geological Research Institute (St.Petersburg, Russia)

The Yarega oil field is the largest in Russia and one of the world's largest reserves of titanium. It is part of South-Timan Givetian and Low Frasnian volcanogenic-terrigenous titanocene formation. The article presents structural and compositional characteristics and for the first time describes the extraordinary metasomatites that arose during the epigenetic enrichment of placer titanium ores. Based on comparative analysis of the Yarega and Pizhma oil fields, the sedimentary and epigenetic evolutionary stages of the Yarega giant oil field have been reconstructed and the proportion of overlapping titanium in the composition of its ores has been determined. Significant titanium enrichment of sedimentary ores in epigenesis allows to attribute the Yarega oil field to two-phase sediment-naphtide-epigenetic type and to assume the probable existence of other oil and gas basin deposits of fluid-naphtide type, still unknown for titan.

Keywords: Yarega oil-titanium field deposit, Pizhma leucoxene-ilmenite field deposit, titanium-bearing formation, metasomatites, leucoxene ore, fluid-naphtide field deposits.

След Чернобыля в агроландшафтах Черноземья: независимая оценка 30 лет спустя

Т.А.Парамонова¹, О.Л.Комиссарова¹, Л.А.Турькин², Н.В.Кузьменкова³, Г.И.Агапкина¹,
С.В.Мамихин¹

¹Факультет почвоведения Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова (Москва, Россия)

²Географический факультет Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова (Москва, Россия)

³Химический факультет Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова (Москва, Россия)

В статье представлены данные независимого почвенно-экологического исследования черноземов России, которые в 1986 г. подверглись загрязнению радионуклидом ¹³⁷Ce в результате аварии на Чернобыльской атомной станции. Полученные авторами результаты подтвердили данные государственного мониторинга о радиозоологическом неблагополучии агроландшафтов в районе чернобыльского следа спустя 30 лет. В то же время показано, что благодаря определенным приемам реабилитации почв, загрязненных радионуклидами, в этих агроценозах можно получать сельскохозяйственную продукцию, соответствующую радиационно-гигиеническим и ветеринарным требованиям.

Ключевые слова: ¹³⁷Cs, радиоактивное загрязнение почв и растительной продукции, чернобыльская авария, продовольственная безопасность.

В XX веке в Периодической таблице Менделеева один за другим появились трансураниевые элементы: в 1940 г. ученым удалось выделить нептуний (Np), занявший 93-ю ячейку таблицы, затем последовало открытие плутония, америция, кюрия... Геохимический состав биосферы Земли во второй половине 20-го столетия также обогатился техногенными радионуклидами, в частности искусственными радиоактивными изотопами природных стабильных нуклидов. Источниками поступления этих элементов в природную среду стали, прежде всего, испытания атомного оружия, а в дальнейшем — объекты атомной энергетики, первые этапы развития которой были связаны с серьезными авариями. Радионуклиды рассеялись в окружающей среде, включились в биологический круговорот — в том числе в миграционные потоки элементов в агроценозах. Изменился радиоактивный фон наземных экосистем.



Татьяна Александровна Парамонова, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры радиозоологии и экотоксикологии факультета почвоведения Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова. Область научных интересов: миграция антропогенных радионуклидов в ландшафтах территорий, пострадавших от Чернобыльской аварии; механизмы адаптации травянистых растений к абиогенному стрессу. e-mail: tparamonova@soil.msu.ru



Ольга Леонидовна Комиссарова, аспирантка той же кафедры. Область научных интересов: миграция антропогенных радионуклидов в ландшафтах территорий, загрязненных после Чернобыльской аварии; механизмы адаптации травянистых растений к абиогенному стрессу. e-mail: komissarova-olga93@yandex.ru



Леонид Анатольевич Турькин, кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории эрозии почв и русловых процессов имени Н.И.Маккавеева географического факультета имени М.В.Ломоносова. Область научных интересов: бассейновый транспорт веществ в составе эрозионного и флювиального стоков. e-mail: filigorod@list.ru

Известно, что радиация не имеет ни цвета, ни вкуса, ни запаха. И отношение разных людей к растительной продукции, полученной на радиоактивно загрязненных землях, радикально различается — от пренебрежения запретами до радиобоязни. Между тем существует научно обоснованная стратегия эффективного землепользования на территориях с масштабным радиоактивным загрязнением. Она разработана в результате многолетнего изучения наземных экосистем европейской части России, которое проводится с момента чернобыльской аварии 1986 г.

Маркер радиоактивных выпадений и уроки катастрофы

Цезий-137 (^{137}Cs), или радиоцезий, — важнейший техногенный радионуклид аварийных радиоактивных выпадений: его выброс суммарно составил $8.5 \cdot 10^{16}$ Бк*. Во время аварии на Чернобыльской

* Бк, беккерель — единица измерения активности источника ионизирующего излучения в системе СИ. Один беккерель определяется как активность источника, в котором за одну секунду происходит в среднем один радиоактивный распад.

АЭС значительная часть этого радионуклида выделялась из перегретого топлива в атомарной и аэрозольной формах, что предопределило его высокую миграционную активность в атмосфере. Радиоцезий распространился на сотни и тысячи километров от источника загрязнения. Период полураспада этого долгоживущего радионуклида составляет 30.17 года, и он прочно фиксируется в почвенных горизонтах. Дело в том, что ^{137}Cs внедряется в межпакетные пространства глинистых минералов, вытесняя стабильный калий (свой химический аналог), и в дальнейшем не участвует в процессах ионного обмена. Иными словами, радиоцезий долго сохраняется в почве, где потенциально доступен растениям [1]. Вот почему в основу выделения на территории России постчернобыльских зон с различными уровнями радиоактивного загрязнения**, прежде всего, была заложена величина запасов ^{137}Cs в верхних почвенных горизонтах***, хотя даже при плотности поверхностного загрязнения 37 кБк/м², соответствующей верхней границе допустимого уровня активности ^{137}Cs , содержание этого радионуклида в почве мало — всего 0.16 г/км² [2].

Давайте вернемся на несколько десятилетий назад и посмотрим, как менялись показатели загрязненности почв постчернобыльских зон ^{137}Cs в конце XX — начале XXI в. Первоначальная площадь сельскохозяйственных угодий с уровнем содержания радиоцезия свыше 37 кБк/м² составляла более 2.955 млн га, из них 17.1 тыс. га пахотных земель имели плотность поверхностного радиоактивного загрязнения более 1480 кБк/м² (максимально — до 2960 кБк/м²), в связи с чем потребовалось полностью вывести эти участки из сельскохозяйственного оборота [3]. Наиболее выраженные ореолы радиоактивного загрязнения почв ^{137}Cs образовались в Брянской, Калужской, Тульской и Орловской областях (рис.1), причем в двух последних возникли особые радиоэкологические риски: здесь

** Закон РФ от 15 мая 1991 г. №1244-1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС».

*** Здесь и далее представлены данные о содержании цезия-137 в расчете на единицу площади (запасы радионуклида) и веса почвы (удельная активность радионуклида).



Наталья Викторовна Кузьменкова, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник кафедры радиохимии химического факультета того же университета. Область научных интересов: формы соединений радионуклидов в окружающей среде.
e-mail: kuzmenkova213@gmail.com



Галина Ивановна Агапкина, кандидат химических наук, старший научный сотрудник кафедры радиоэкологии и экотоксикологии факультета почвоведения того же университета. Область научных интересов: миграция и аккумуляция экотоксикантов в наземных экосистемах.
e-mail: galina_agapkina@mail.ru



Сергей Витальевич Мамихин, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник той же кафедры. Область научных интересов: математическое моделирование потоков радионуклидов в окружающей среде; оценка дозовых нагрузок на компоненты биоты и человека.
e-mail: svmamikhin@mail.ru

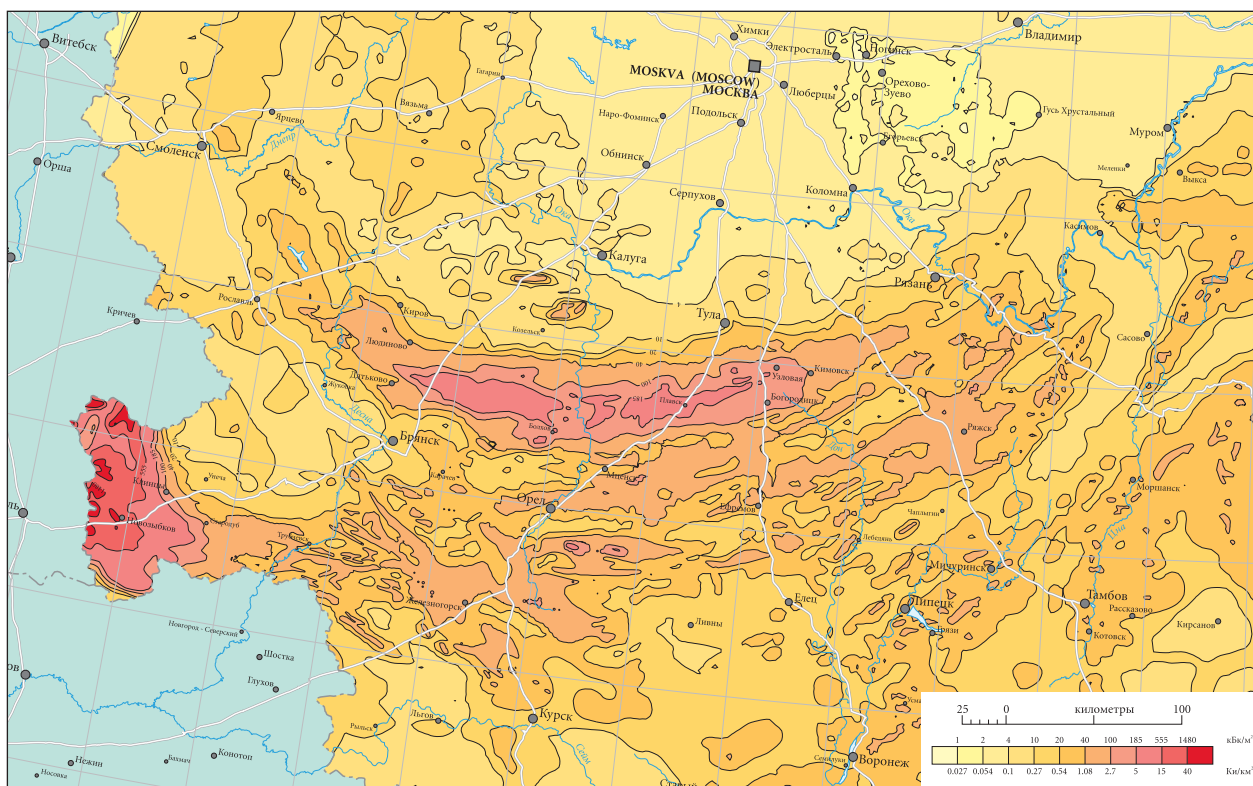


Рис. 1. Карта-схема радиоактивного загрязнения почв Европейской России после чернобыльской аварии [3].

плотность поверхностного загрязнения пахотных земель, возникшая вследствие чернобыльских выпадений, достигала 185–555 кБк/м². Невозможность использования пашни в Черноземье, где сельскохозяйственные угодья занимают свыше 70% площади земельного фонда, обернулось бы катастрофическими последствиями для экономики региона [3, 4].

Наверное, излишне объяснять, что включенные в пищевые цепи техногенные радионуклиды становятся источником серьезной опасности для здоровья населения. По меткому замечанию академика Р.М.Алексахина (1936–2018), авария на Чернобыльской АЭС стала не только чрезвычайным происшествием на объекте ядерной энергетики, но и крупномасштабной аварией в сельском хозяйстве страны [1].

В настоящее время на всей территории России развернута единая государственная автоматизированная система мониторинга радиационной обстановки, предназначенная для своевременного обнаружения факта аварии в районах, где расположены ядерно и радиационно опасные объекты атомной отрасли, для контроля трансграничного переноса радиоактивных веществ и, разумеется, для организации эффективного реагирования. Уроки Чернобыля не прошли даром: такой контроль должен

значительно снизить потенциальный ущерб аварий*. Результаты наблюдений открыто публикуются в ежегодном сборнике «Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств» и в ежемесячнике «Справки о радиационной обстановке на территории России»**. Кроме того, научно-производственное объединение «Тайфун» с 1986 г. проводит радиационно-гигиенический мониторинг на территориях населенных пунктов Брянской, Белгородской, Воронежской, Курской, Липецкой, Орловской, Тульской и Рязанской областей, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС техногенными радионуклидами. Специалисты этого объединения измеряют мощность максимальной эквивалентной дозы гамма-излучения и отбирают пробы почвы (до глубины 30 см) для гамма-спектрометрического анализа на содержание ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu (удельные активности последнего, как правило, ниже пределов обнаружения). С 2007 г. контроль стал ежегодным, результаты измерений сводятся в сборнике «Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов РФ цезием-137, стронцием-90 и плутонием-239+240»***.

В постчернобыльских районах силами территориальных подразделений службы «Агрохимра-

* www.rpatyphoon.ru/activities/radmonitoring/egasmro.php (дата обращения: 04.05.2019).

** www.rpatyphoon.ru/products/pollution-media.php (дата обращения: 04.05.2019).

*** Там же.

диология» Министерства сельского хозяйства РФ, а также подразделений Россельхознадзора и Роспотребнадзора проводится плановый радиационный мониторинг аграрных земель и получаемых на них продуктов питания человека и сельскохозяйственных животных. Согласно обобщенным данным названных ведомств, наиболее сложна радиоэкологическая ситуация в Брянской обл., где сельскохозяйственная продукция до сих пор не в полной мере соответствует санитарно-гигиеническим нормативам. Содержание ^{137}Cs в кормах животных порой превышает допустимые ветеринарные уровни в 2–4 раза, что предопределяет заметное несоответствие продуктов животноводства стандартам радиационно-гигиенической безопасности. Зафиксировано превышение предельных показателей в 4–12% проб молока и молочной продукции, а также в 5–8% проб мяса [5]. В Калужской обл. содержание ^{137}Cs в зерне и картофеле превышало нормативы вплоть до 1988 г., в животноводческих кормах — до 1995 г., в травостое естественных сенокосов и пастбищ — до 2000 г., в единичных пробах подобное превышение регистрируется до сих пор. В то же время в Тульской и Орловской областях вся производимая в 1987–2018 гг. продукция растениеводства почти полностью соответствовала санитарно-гигиеническим нормативам по содержанию в ней радиоцезия. И все же официальные источники сообщают: уровни загрязнения почв сельскохозяйст-

венных угодий этим радионуклидом существенно превышают нормы радиационной безопасности не только в пределах Брянской обл., но и в остальных выраженных ореолах чернобыльских выпадений даже спустя 30 лет после аварии, что равно примерно одному периоду его полураспада. Не назовешь оптимистичными и прогнозные оценки: в соответствии с расчетами, наиболее пострадавшие земли сохраняют свой статус радиоактивно загрязненных вплоть до середины XXI в., а локально — до конца 22-го столетия [6].

Практика реабилитации земель, загрязненных радионуклидами

Естественно, возникают вопросы: насколько данные надзорных органов о содержании ^{137}Cs в продукции растениеводства постчернобыльских территорий соответствуют реальной ситуации? Может быть, продукты питания, произведенные в этих регионах, опасны для потребителя? Для того чтобы ответить на них, сотрудники факультета почвоведения, а также географического и химического факультетов МГУ имени М.В.Ломоносова провели в 2014–2018 гг. независимую детальную оценку состояния почв и растительной продукции в агроценозах и природных луговых биогеоценозах Плавского радиоактивного пятна Тульской обл. (рис.2). Речь идет о крупнейшем ореоле выпадений чернобыльского ^{137}Cs в черноземной зоне



Рис.2. Река Локна — водная артерия, дренирующая территорию центральной части Плавского радиоактивного пятна.

Здесь и далее фото Т.А.Парамоновой

европейской части России. Характерно, что первоначальная плотность поверхностного загрязнения почв Плавского пятна ^{137}Cs в 5–15 раз превышала норму (рис.3), но в силу сельскохозяйственной направленности экономики района эти плодородные земли не выводили из оборота, а продолжали использовать в земледелии, причем преимущественно в качестве пахотных угодий. Правда, подобное решение было принято вовсе не в опрометчивой надежде получить растительную продукцию с приемлемым содержанием ^{137}Cs : на самом деле сразу же после чернобыльской аварии на пахотных землях Плавского радиоактивного пятна применили специальные реабилита-

ционные контрмеры. Об их результативности можно судить на основании проведенного нами исследования.

При оценке экологических последствий присутствия ^{137}Cs в почвах постчернобыльских территорий важный параметр — распределение радионуклида в профиле почвы, во многом определяющее соотношение загрязненного и корнеобитаемого слоев, а также указывающее на потенциальную возможность перехода радиоцезия в подземные воды, которые могут использоваться для питьевого водоснабжения. Считается, что отмеченная ранее способность ^{137}Cs к специфической (необменной) сорбции в межpacketных пространствах и кра-

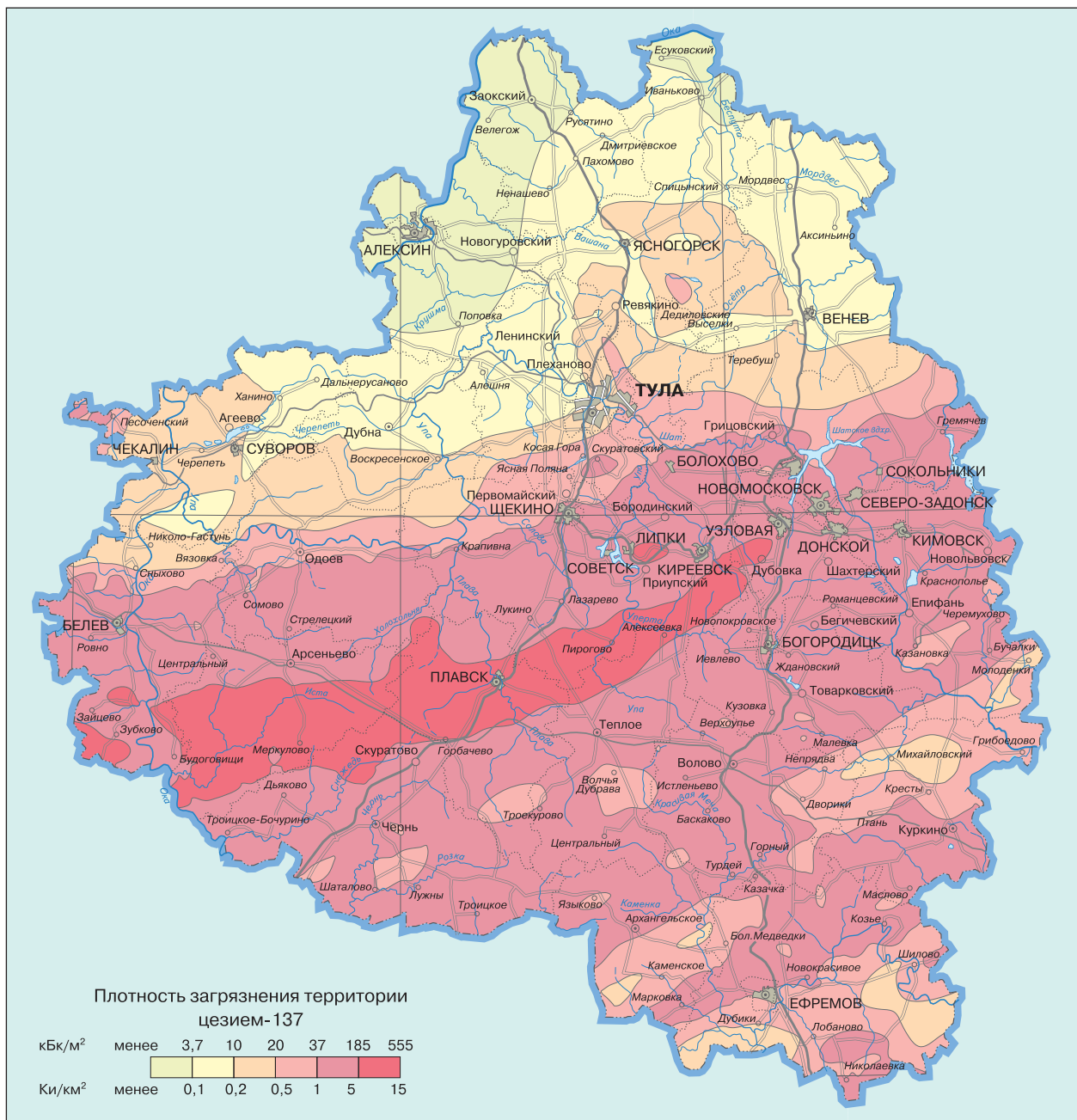


Рис.3. Карта-схема радиоактивного загрязнения почв Плавского радиоактивного пятна Тульской обл. в 1986 г. [6].

евых клинообразных расширениях кристаллической решетки некоторых глинистых минералов и слюд [7–10] — важная характеристика поведения этого элемента в почвах. Черноземы, сформировавшиеся на лёссовидных суглинках Русской равнины, обогащены глинистыми минералами, и обменное поглощение ^{137}Cs в этих почвах приводит к прочной фиксации радионуклида в составе твердой фазы приповерхностного слоя, а значит, препятствует его водной миграции и корневому потреблению растениями [1, 11]. Благодаря природным свойствам черноземов биологическая миграция ^{137}Cs по пищевым цепям минимизируется. Помимо этого, параметры корневого потребления ^{137}Cs снижаются при высокой обеспеченности почв доступным калием, оптимизации минерального питания растений и внесении природных и синтетических сорбентов. Правда, последние эффективны только на почвах легкого гранулометрического состава — песках и супесях* [12]. Заметим: сельскохозяйственные культуры существенно различаются интенсивностью корневого потребления ^{137}Cs и особенностями его депонирования в органах растений [13, 14]. Наконец, шаблонный, но весьма действенный агротехнический прием реабилитации пахотных земель, загрязненных радиоцезием, — вспашка, которая способствует перераспределению содержащих радионуклиды поверхностных агрегатов в пределах оборотного пласта почвы

* ГОСТ Р 22.11.05-2014 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Безопасность жизнедеятельности населения на радиоактивно загрязненных территориях. Безопасное использование земель сельскохозяйственного назначения. Общие требования» (docs.cntd.ru/document/1200110775, дата обращения: 06.05.2019).

и в конечном итоге приводит к относительному снижению величин удельной активности ^{137}Cs в ризосферном пространстве. Если же провести глубокую мелиоративную вспашку на глубину 30–50 см, то существенная часть ^{137}Cs будет выведена за пределы корнеобитаемого слоя почв и как бы захоронена в подпахотном горизонте.

В первые годы после чернобыльской катастрофы необходимо было ликвидировать ее последствия для сельского хозяйства как можно скорее, и защитные контрмеры проводили без всесторонней оценки их эффективности. Но в настоящее время специалисты Всероссийского научно-исследовательского института радиологии и агроэкологии в Обнинске провели подобные исследования, и показали, что для первого этапа реабилитации черноземов — почв тяжелого гранулометрического состава с нейтральной реакцией среды и высоким уровнем естественного плодородия — наиболее результативны стандартная или глубокая вспашка, а также включение в севообороты культур с высокими адаптационными способностями к радиоактивному загрязнению (табл.1).

Сравнение содержания ^{137}Cs в генетических горизонтах пахотных и целинных черноземов Плавского радиоактивного пятна ясно показало, что в первом случае в качестве реабилитационной контрмеры была применена глубокая (до ≈ 30 см) вспашка, в то время как современная глубина обработки почвы варьирует в пределах 10–25 см в зависимости от требований возделываемой культуры (рис.4, 5). Таким образом, если в целинных почвах на подножиях склонов ^{137}Cs , поступивший с чернобыльскими выпадениями, все еще сосредоточен в пределах поверхностного слоя дернины A_d мощностью 8–12 см, где удельная активность радио-

Таблица 1

Эффективность агротехнических и агрохимических защитных приемов обработки почв для снижения накопления ^{137}Cs в продукции растениеводства* [по: 5, 12]

Технологический прием	Кратность снижения накопления радионуклидов в растениях
вспашка стандартная	1.5–3.0 (при первом применении после поверхностного загрязнения)
вспашка с оборотом пласта	до 5–10 (при первом применении после поверхностного загрязнения)
известкование (в дозе 1.5–2.0 Нг)	1.5–4.0
внесение повышенных доз фосфорных удобрений	1.0–1.5
внесение повышенных доз калийных удобрений	1.5–3.5
внесение органических удобрений	1.2–2.5
оптимизация доз и видов применения азотных удобрений	оптимальное соотношение NPK 1:1.5:2; превышение оптимальных доз ведет к росту накопления радионуклидов в растениях в 1.2–2.5 раза
применение природных сорбентов (цеолиты, глины и др.)	на легких почвах — снижение накопления ^{137}Cs в растениях в 1.5–3.0 раза, на других почвах эффект не наблюдается
применение новых агромелиорантов (Борофоска, Супродит, Супродит М)	эффект нестабилен (либо отсутствует, либо накопление радионуклидов снижается в 1.2–3.0 раза); на легких почвах — снижение накопления ^{137}Cs в растениях в 1.5–6.8 раза
комплексное применение мелиорантов	1–5 раз
подбор видов и сортов культур с минимальными уровнями накопления	до 30 раз в зависимости от вида, до 7 раз в зависимости от сорта

* ГОСТ Р 22.11.05-2014.



Рис.4. Агроценоз пшеницы на территории Плавского радиоактивного пятна и почвенный профиль выщелоченного чернозема.

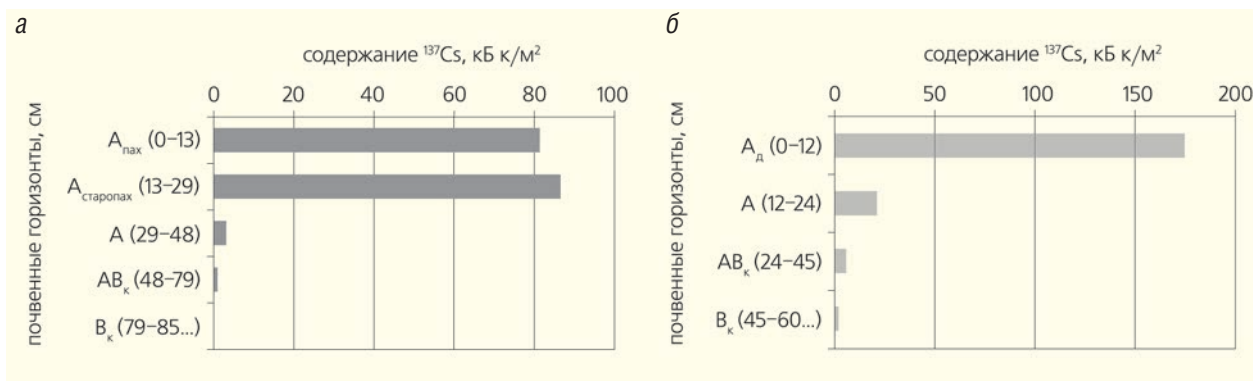


Рис.5. Профильное распределение запасов ¹³⁷Cs в пахотных (а) и целинных (б) черноземах Плавского радиоактивного пятна. Черноземы сформированы на карбонатных (содержащих карбонаты кальция) лессовидных суглинках. Обозначения горизонтов почв: А — гумусовый; А_{пах} — пахотный; А_{старопах} — старопахотный; А_д — дерновый; В_к — иллювиальный карбонатный горизонт; АВ_к — переходный горизонт от гумусового к иллювиальному, карбонатный.

нуклида в настоящее время достигает величин 1500 Бк/кг, то в пахотных черноземах глубина массового проникновения ¹³⁷Cs в почву (>90% общих запасов) совпадает с нижней границей морфологически различного старопахотного горизонта А_{старопах} (около 30 см), причем средняя величина содержания радионуклида в 3–4 раза меньше. Интересно, что во всех исследованных почвах данной территории современный пахотный горизонт и образовавшийся при глубокой реабилитационной вспашке старопахотный характеризуются близкими параметрами накопления ¹³⁷Cs: средняя величина удельной активности радионуклида в первом составляет 454±52 Бк/кг, во втором — 420±37 Бк/кг, что подтверждает действенность даже однократной глубокой вспашки почвы для выведения части ра-

дионуклида из зоны наиболее активного обмена веществом с корнями культурных растений.

Поскольку современная агротехника предполагает дифференцированную глубину вспашки под различные культуры севооборота или щадящие способы обработки поверхностного слоя почвы без оборота пласта, для сельскохозяйственных растений Плавского радиоактивного пятна, которые выращиваются с мелкой дисковой вспашкой глубиной ≈10 см (пшеница и ячмень) или без ежегодной обработки почвы (многолетние травосмеси) в пределах основной корнеобитаемой толщи оказывается только 32–33% пула радиоцезия. У гречихи, горчицы и амаранта, возделываемых с глубиной пахоты около 20 см, в зоне контакта почвы и корней находится 65–66%

пула радиоцезия. И только культуры, агротехника которых предполагает вспашку с оборотом пласта мощностью около 25 см (кукуруза, соя, картофель), как и растительность природных лугов, потребляют ^{137}Cs практически из всей толщи загрязненной части почвы.

К сожалению, исследования российских специалистов не были в полной мере учтены и использованы в чрезвычайной экологической ситуации, сложившейся в Японии после аварии на АЭС «Фукусима-1»: на этапе ликвидации последствий аварии основной стратегией реабилитации пострадавшей территории было удаление верхнего, загрязненного, слоя почв с целью снижения уровня внешнего облучения населения и биоты*. Совокупный объем образовавшихся радиоактивных отходов (верхний слой почвы, растительность, материалы пескоструйного смыва с поверхности зданий и твердых покрытий) составил 16–22 млн м³, что потребовало организации сотен пунктов их временного хранения и непростых решений по выбору и организации пунктов промежуточного хранения, которые действуют до сегодняшнего дня. В дальнейшем предполагается переработка низкоактивных радиоактивных отходов путем их сжигания, а также долговременное хранение и (или) захоронение средне- и высокоактивных загрязненных масс. Что же в итоге? На значительных площадях почвы лишились наиболее плодородного поверхностного слоя, который превратился в радиоактивные отходы. И одновременно возникла трудноразрешимая проблема обращения с этими отходами...

Как трансформировалось радиоактивное пятно в агроландшафте?

Итак, вспашка почв, проведенная после чернобыльских выпадений, способствовала быстрому заглублению ^{137}Cs в агротурбированной части профиля (так называют специалисты подвергнутую перемешиванию толщу). Но общие запасы радионуклида в почвах не снизились и, следовательно, нормируемая величина плотности их поверхностного радиоактивного загрязнения осталась прежней.

Первоначально границы Плавского радиоактивного пятна были определены на основе данных широкомасштабной дистанционной гамма-спектрометрической аэросъемки. Позже в пределах выявленной области сотрудники географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова под руководством В.Н.Голосова провели натурные исследования состояния почв, которые выявили большую

пространственную неоднородность загрязнения агроландшафтов ^{137}Cs : даже в центральной части пятна запасы радионуклида в пахотных черноземах разных полей варьировали от 368 ± 56 до 559 ± 93 кБк/м² [15, 16], т.е. уточненные результаты показали превышение норм радиационной безопасности приблизительно в 10–15 раз, что, кстати, хорошо согласуется с исходной оценкой степени загрязнения территории.

Со временем первичная неоднородность пространственного распределения ^{137}Cs в пределах ореола Плавского радиоактивного пятна дополнилась его вторичным перераспределением в склоновых агроландшафтах, вызванным водной эрозией поверхностных горизонтов пахотных черноземов и переотложением смытого мелкозема в геохимически подчиненных позициях рельефа — в подножиях склонов, устьевых частях балок, речных поймах. Как следствие, несмотря на постоянное общее снижение плотности радиоактивного загрязнения почв, благодаря процессу естественного распада радионуклидов почвы аккумулятивных ландшафтов в настоящее время могут обладать запасами ^{137}Cs , близкими к зафиксированным в первые годы после чернобыльской аварии или даже превосходящими их [17, 18].

Наши исследования подтвердили значительную вариабельность величин удельной активности и запасов ^{137}Cs в почвах Плавского радиоактивного пятна (табл.2, рис.6), которые в агроценозах различных культур варьируются от 338 ± 77 до 685 ± 55 Бк/кг (от 129 ± 28 до 223 ± 24 кБк/м² соответственно). При этом первоначальный пространственный тренд в целом сохраняется: плотность радиоактивного загрязнения увеличивается в направлении от юго-западной периферии ореола к его центру, примерно совпадающему с г.Плавском (на рисунке — трансекта 1, проходящая по не подверженным эрозии частям водораздельных пространств). Мы отметили и интенсивное перераспределение радионуклида от верхних частей склонов водоразделов к речной пойме, что обусловлено твердым поверхностным стоком (трансекта 2, связывающая элювиальные и аккумулятивные ландшафты в долине р.Локны).

Современная плотность поверхностного загрязнения пахотных черноземов Плавского пятна превышает нормы радиоактивной безопасности приблизительно в 3.5–6 раз. Согласно российскому законодательству**, такая территория имеет статус «переходной» — от зоны проживания с правом на отселение ($185\text{--}555$ кБк/м²) к зоне проживания с льготным социально-экономическим ста-

* Авария на АЭС «Фукусима-дайити». Доклад Генерального директора. Материалы МАГАТЭ GC(59)/14. STI/PUB/1710. Вена, 2015.

** Закон РФ от 15 мая 1991 г. №1244-1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС».

Таблица 2

Современные уровни содержания ^{137}Cs в почвах Плавского радиоактивного пятна

№ площадки	Агроценоз / биогеоценоз	Ландшафт, абс. высота над ур.м., м	Землепользование и особенности агротехники	Почва	^{137}Cs	
					Бк/кг	кБк/м ²
1	пшеница	верхняя часть склона, 240	пашня, мелкая вспашка до 10 см	пахотный чернозем	435±32	161±13
2	ячмень	верхняя часть склона, 237	пашня, мелкая вспашка до 10 см	пахотный чернозем	363±68	150±28
3	гречиха	водораздел, 231	пашня, средняя вспашка до 15–20 см	пахотный чернозем	647±90	217±39
4	кукуруза	водораздел, 252	пашня, глубокая вспашка до 25 см	пахотный чернозем	338±77	129±28
5	соя	водораздел, 242	пашня, глубокая вспашка до 25 см	пахотный чернозем	434±47	160±25
6	картофель	верхняя часть склона, 241	пашня, глубокая вспашка до 25 см	пахотный чернозем	389±18	147±29
7	амарант	водораздел, 244	пашня, средняя вспашка до 15–20 см	пахотный чернозем	541±148	187±48
8	горчица	водораздел, 229	пашня, средняя вспашка до 15–20 см	пахотный чернозем	522±54	201±31
9	подсолнечник	водораздел, 245	пашня, глубокая вспашка до 25 см	пахотный чернозем	356±54	139±11
10	травосмесь	верхняя часть склона, 238	без ежегодной вспашки	пахотный чернозем	418±77	145±18
11	суходольный луг	подножье склона, 203	пастбище, естественный биогеоценоз	чернозем	650±71	223±24
12	влажный пойменный луг	пойма реки, 194	сенокос, естественный биогеоценоз	аллювиальная луговая карбонатная почва	685±55	216±11

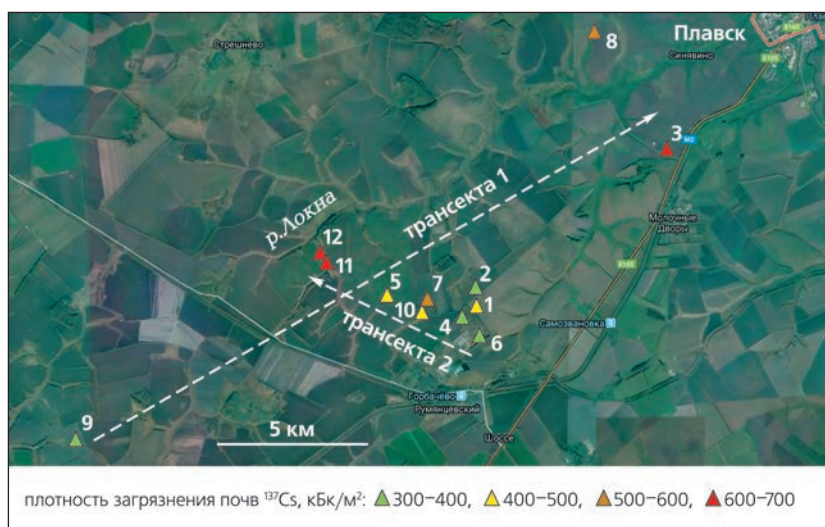


Рис.6. Расположение опорных площадок исследования на территории Плавского радиоактивного пятна с агроценозами или природными биогеоценозами: 1 — пшеницы, 2 — ячменя, 3 — гречихи, 4 — кукурузы, 5 — сои, 6 — картофеля, 7 — амаранта, 8 — горчицы, 9 — подсолнечника, 10 — многолетней травосмеси, 11 — суходольного луга, 12 — влажного пойменного луга (на основе изображения Google Earth).

тусом (37–185 кБк/м²). В то же время целинные почвы сенокосных и пастбищных угодий, расположенные в депрессиях рельефа, содержат приблизительно на 40% больше запасов ^{137}Cs , чем пахотные черноземы возвышенностей, и их ареалы можно оценивать как критические участки аккумуляции радиоцезия в наземных ландшафтах.

Безопасная продукция экологически неблагополучных агроценозов

Проведенное нами независимое исследование современного уровня содержания ^{137}Cs в почвах Плавского радиоактивного пятна подтвердило официальные данные служб радиационного мониторинга. И те, и другие оценки плотности поверхностного

загрязнения почв указывают на сохранение общего радиоэкологического неблагополучия в агроландшафтах и природных биогеоценозах, но при этом свойства почв территории, а также принятые на пахотных угодьях агротехнические контрмеры должны способствовать снижению интенсивности биологической миграции ^{137}Cs в системе «почва–растение». Вернемся к основному вопросу настоящего исследования — о допустимости ведения в подобных условиях растениеводства и (или) животноводства (в последнем случае речь идет об использовании сенокосных и пастбищных угодий).

Опробование тех частей растений, которые потребляются человеком или могут идти на корм скоту, показало, что величины удельной активности ^{137}Cs в них на один-два порядка ниже, чем в почвах (табл.3). Характерно, что они достаточно хорошо согласуются с официальными данными ФГБУ «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Тульский»» и, самое главное, полностью удовлетворяют нормативам СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов»* и ВП 13.5.13/06-01 «Ветеринарно-санитарные требования к радиационной безопасности кормов, кормовых добавок, сырья кормового. Допустимые уровни содержания ^{90}Sr и ^{137}Cs . Ветеринарные правила и нормы» (нормативный акт

* С изменениями на 6 июля 2011 года. docs.cntd.ru/document/901806306 (дата обращения: 08.05.2019).

Таблица 3

Оценка накопления ^{137}Cs в продукции растениеводства и в биомассе естественных лугов на территории Плавского радиоактивного пятна

Производственная группа растений	Семейство	Культура / растительность	Фракция биомассы	Содержание ^{137}Cs *, Бк/кг				
				фактическое		допустимое		
				1	2	3	4	5
зерновые	Gramineae	пшеница	зерно	3.1±1.7	4	70	200	600
			стебли и листья	22.1±7.3	—	—	400	—
		ячмень	зерно	6.1±2.3	4	70	200	600
			стебли и листья	31.5±18.7	—	—	400	—
	кукуруза	зерно	6.3±1.7	—	70	200	600	
		стебли и листья	38.4±6.1	12	—	80	—	
Polygonaceae	гречиха	зерно	9.5±4.5	—	—	200	—	
		стебли и листья	24.3±4.6	—	—	400	—	
зернобобовые	Fabaceae	соя	бобы	7.4±1.3	—	50	200	600
			стебли и листья	24.9±10.4	—	—	80	—
клубнеплоды	Solanaceae	картофель	клубни	5.0±0.4	2	120	60	600
жиромасличные	Asteraceae	подсолнечник	семена	9.7±3.8	—	70	200	600
			стебли и листья	20.6±0.4	—	—	80	—
	Brassicaceae	горчица белая	семена	4.1±2.4	—	70	—	—
			стебли и листья	32.3±9.8	—	—	—	—
кормовые	Amaranthaceae	амарант	стебли и листья	46.8±14.2	—	—	80	—
многолетние травы (бобово-злаковая травосмесь)	Gramineae	кострец	стебли и листья	19.4±4.1	15	—	100	—
	Fabaceae	козлятник	стебли и листья	20.6±5.0	22	—	100	—
многолетние разнотравно-злаковые луговые ассоциации	преимущественно Gramineae	суходольный луг	стебли и листья	23.2±6.1	15	—	100	—
		влажный пойменный луг	стебли и листья	18.2±6.7	15	—	100	—

* Приведены данные: **1** — настоящего исследования; **2** — ФГБУ «Центра химизации и сельскохозяйственной радиологии «Тульский»», 2014 г.; **3** — СанПиН 2.3.2.1078-01; **4** — ВП 13.5.13/06-01; **5** — Норм ЕС, 1986 г. [5].

действовал до 2016 г.)*. Даже травостой естественных луговых биогеоценозов Плавского радиоактивного пятна, который произрастает в условиях повышенной плотности радиоактивного загрязнения почв, накапливает ^{137}Cs в количестве в 4–6 раз меньше, чем установленные допустимые величины содержания радионуклида в сочных кормах, используемых в животноводстве. Количество же ^{137}Cs в тех частях растительной продукции агроценозов, которые идут непосредственно для питания человека или служат сырьем для производства продуктов питания, в 7–24 раза меньше установленных в Российской Федерации предельно допустимых величин. Характерно, что ориентировочные уровни приемлемого содержания ^{137}Cs в растительной продукции, принятые в 1986 г. странами ЕС, обладают существенно более высокими пороговыми значениями показателей, на два порядка превышающими те значения удельной активности ^{137}Cs в зерне зерновых культур и кукурузы, клубнях картофеля, семенах подсолнечника и стручках сои, которые в по-

следние годы фиксируются в урожаях, собранных в агроценозах Плавского радиоактивного пятна.

В первые годы после чернобыльской аварии особенное беспокойство вызывало радиационно-гигиеническое качество картофеля, выращиваемого в пределах ореола радиоактивного загрязнения, ведь это та культура, поедаемые части которой испытывают постоянный непосредственный контакт с мелкоземом почв, содержащим ^{137}Cs . Однако контроль содержания радионуклида в клубнях картофеля с полей Плавского радиоактивного пятна подтвердил имевшиеся ранее результаты долгосрочного модельного опыта по выращиванию культуры на экстремально загрязненных почвах суглинистого гранулометрического состава, в которых переход ^{137}Cs в растения сильно подавлялся [19]. Более того, сопоставление величин удельной активности ^{137}Cs в мякоти картофеля и в его бытовых очистках (после предварительной тщательной отмывки клубней от мелкозема почвы) показало, что кожура картофеля и прилегающая к ней мякоть характеризуются примерно двукратным снижением удельной активности ^{137}Cs по сравнению со срединной частью клубня (рис.7). Фракционирование мякоти картофеля на сок, крахмалистый осадок и жмых (остатки после выжимки сока), в свою очередь, выявило, что значительная часть радионуклида сосредоточена в кле-

* Утверждены Минсельхозом РФ 19.12.2000; в настоящее время документ утратил силу, текст приводится по состоянию на январь 2019 г. www.alppp.ru/law/hozjajstvennaja-dejatelnost/selskoe-hozjajstvo/34/veterinarno-sanitarnye-trebovanija-k-radiacionnoj-bezopasnosti-kormov-kormovyh-dobavok-syr.html (дата обращения: 08.05.2019).

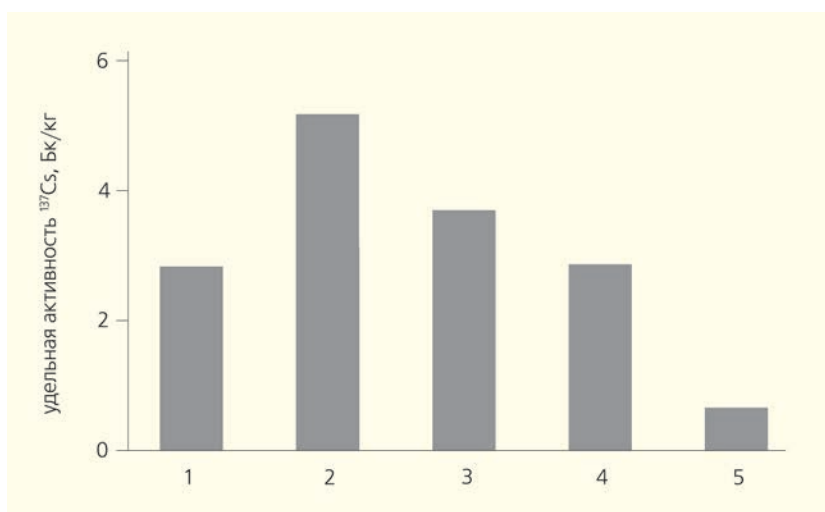


Рис.7. Удельная активность ¹³⁷Cs (Бк/кг) в различных фракциях биомассы клубней картофеля, выращенного на территории Плавского радиоактивного пятна: 1 — очистка, 2 — центральная часть клубня, 3 — сок, 4 — крахмалистый осадок, 5 — жмых.

точном соке, который способен частично удаляться из клубней при их варке.

Интересно, что у всех исследованных сельскохозяйственных культур, у которых мы потребляем «вершки» (надземные части), содержание ¹³⁷Cs в используемых в рационе питания человека генеративных органах — зерне, семенах и бобах — существенно ниже, чем в стеблях и листьях. Наиболее заметны подобные различия в активности радионуклида, если сравнивать генеративные и вегетативные органы, у горчицы белой (в 8 раз) и зерновых культур (в 5–7 раз); у гречихи, сои и подсолнечника они меньше (в 2–3 раза). Отмеченные биологические барьеры между органами растений, по-видимому, выполняют протекторную роль защиты потомства от неблагоприятных факторов радиационной природы.

В целом культуры, используемые в настоящее время в полевых и кормовых севооборотах на

территории Плавского радиоактивного пятна, обладают способностью подавлять корневое потребление ¹³⁷Cs и таким образом обеспечивают успешное применение одного из основных приемов по реабилитации радиоактивно загрязненных земель — выбор растений с минимальным уровнем накопления радионуклидов.

Подводя общие итоги исследования, можно с удовлетворением отметить, что для радиоактивно загрязненных вследствие чернобыльской аварии агроценозов Плавского цезиевого пятна Тульской обл. была выбрана и применена на практике эффективная стратегия реабилитации, основанная на фундамен-

тальных знаниях об особенностях поведения ¹³⁷Cs в системе «почва—растение» черноземной зоны. Несмотря на сохраняющуюся высокую плотность поверхностного радиоактивного загрязнения почв, продукция выращиваемых сельскохозяйственных культур и естественных луговых биогеоценозов по содержанию ¹³⁷Cs полностью удовлетворяет радиационно-гигиеническим и ветеринарным требованиям, что обеспечивает радиационную безопасность ведения растениеводства и животноводства в пределах ореола загрязнения. Наконец, высокая сопоставимость результатов радиационного мониторинга, проводимого специализированными надзорными органами, с независимой оценкой содержания ¹³⁷Cs в почвах и растительности Плавского радиоактивного пятна свидетельствует об объективности информации о состоянии окружающей среды, которую можно получить из общедоступных официальных источников. ■

Литература / References

1. Сельскохозяйственная радиэкология. Ред. Р.М.Алексахина, Н.А.Корнеева. М., 1992. [Agricultural radioecology. Aleksakhin R.M., Korneev N.Ah. (eds). Moscow, 1992. (In Russ.).]
2. Алексахин Р.М. Радиоактивное загрязнение почв как тип их деградации. Почвоведение. 2009; 12: 1487–1498. [Aleksakhin R.M. Radioactive contamination of soils as a type of their degradation. Soil science. 2009; 12: 1487–1498. (In Russ.).]
3. Атлас радиоактивного загрязнения европейской части России, Белоруссии и Украины. Ред. Ю.А.Израэль. М., 1998. [Atlas of radioactive contamination of the European part of Russia, Belarus and Ukraine. Izrael Y.A. (ed.). Moscow, 1998. (In Russ.).]
4. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2018: Стат. сб. Росстат. М., 2018. [Russia regions. Socio-economic indicators. 2018: Stat. proceedings of the Rosstat. Moscow, 2018. (In Russ.).]
5. Российский национальный доклад: 30 лет чернобыльской аварии. Итоги и перспективы преодоления ее последствий в России. 1986–2016. Ред. В.А.Пучков, Л.А.Большов. М., 2016. [Russian national report: 30 years of the Chernobyl accident. Results and prospects of overcoming its consequences in Russia. 1986–2016. Puchkov V.A., Bolshov L.A. (eds). Moscow, 2016. (In Russ.).]
6. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси. Ред. Ю.А.Израэль, И.М.Богдевич. Минск, 2009. [Atlas of modern and forecasted aspects of the consequences of the Chernobyl accident in the affected territories of Russia and Belarus. Izrael Yu.A., Bogdevich I.M. (eds). Minsk, 2009. (In Russ.).]

7. *Cornell R.M.* Adsorption of cesium on minerals: A review. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 1993; 171: 483–500. Doi:10.1007/BF02219872.
8. *Stanton S., Roubaud M.* Adsorption of ¹³⁷Cs on Montmorillonite and Illite: Effect of Charge Compensating Cation, Ionic Strength, Concentration of Cs, K and Fulvic Acid. *Clays Clay Minerals.* 1997; 45(2): 251–260. Doi:10.1346/CCMN.1997.0450213.
9. *Круглов С.В., Анисимов В.С., Анисимова Л.Н., Алексахин Р.М.* Показатели специфической сорбционной способности почв и минеральных сорбентов в отношении ¹³⁷Cs. *Почвоведение.* 2008; 6: 693–703. [*Kruglov S.V., Anisimov V.S., Anisimova L.N., Aleksakhin R.M.*, Specific ¹³⁷Cs-sorption capacity parameters of soils and mineral sorbents. *Eurasian Soil Science.* 2008; 41(6): 608–617. Doi:10.1134/S1064229308060057]
10. *Коноплева И.В.* Селективная сорбция радиоцезия сорбентами на основе природных глин. Сорбционные и хроматографические процессы. 2016; 16(4): 446–456. [*Konopleva I.V.* Selective sorption of radiocaesium by sorbents based on natural clays. Sorption and chromatographic processes. 2016; 16(4): 446–456. (In Russ.)]
11. *Sanzharova N., Spiridonov S., Kuznetsov V. et al.* The classification of Russian soil systems on the basis of transfer factors of radionuclides from soil to reference plants. Classification of soil systems on the basis of transfer factors of radionuclides from soil to reference plants. IAEA, Vienna, 2006; 113–137. Doi:10.1051/radiopro/2002097.
12. Технологические приемы, обеспечивающие повышение устойчивости агроценозов, восстановление нарушенных земель, оптимизацию ведения земледелия и получение соответствующей нормативам сельскохозяйственной продукции товаропроизводителями различной специализации. Ред. Н.И.Санжарова, А.Н.Ратников, С.И.Спиридонов и др. Обнинск, 2010. [Technological methods providing increase of stability of agricultural lands, restoration of disturbed lands, optimization of farming and the receipt of relevant regulations, of agricultural products producers of different specialization. Sanzharova N.I., Ratnikova A.N., Spiridonova S.I. et al. (eds). Obninsk, 2010. (In Russ.)]
13. *Penrose B., Beresford N.A., Broadley M.R. et al.* Intervarietal variation in caesium and strontium uptake by plants: a meta-analysis. *J. Environ. Radioact.* 2015; 139: 103–117. Doi:10.1016/j.jenvrad.2014.10.005.
14. *Парамонова Т.А., Мамихин С.В.* Корневое поглощение Cs-137 и его распределение между надземными и подземными органами растений: анализ литературы. Радиационная биология. Радиоэкология. 2017; 57(6): 633–650. [*Paramonova T.A., Mamikhin S.V.* Root uptake of Cs-137 and its distribution between above- and underground plant organs: literature analysis. *Radiation biology. Radioecology.* 2017; 57(6): 633–650. (In Russ.)]
15. *Golosov V.N., Walling D.E., Panin A.V. et al.* The spatial variability of Chernobyl-derived ¹³⁷Cs inventories in a small agricultural drainage basin in Central Russia. *Applied Radiation and Isotopes.* 1999; 51: 341–352.
16. *Golosov V.N., Walling D.E., Stukin E.D. et al.* Application of a field-portable scintillation detector for studying the distribution of Cs-137 inventories in a small basin in Central Russia. *Journal of Environmental Radioactivity.* 2000; 48(4): 79–94. Doi:10.1016/S0265-931X(99)00058-2.
17. *Иванов М.М., Иванова Н.Н., Голосов В.Н., Шамишурина Е.Н.* Оценка накопления сорбированного изотопа ¹³⁷Cs в верхних звеньях флювиальной сети в зоне чернобыльского загрязнения. География и природные ресурсы. 2016; 4: 156–163. [*Ivanov M.M., Ivanova N.N., Golosov V.N., Shamshurina E.N.* Estimation of accumulation of sorbed ¹³⁷Cs in the upper links of fluvial network in the area of the Chernobyl contamination. *Geography and natural resources.* 2016; 4: 156–163. (In Russ.)] Doi:10.21782/GIPRO206-1619-2016-4(156–163).
18. *Linnik V.G., Saveliev A.A., Govorun A.P. et al.* Spatial variability and topographic factors of Cs-137 soil contamination at a field scale. *Int. J. Ecol. Develop.* 2007; 8(7): 8–25.
19. *Popplewell D.S., Ham G.J., Johnson T.E. et al.* The uptake of plutonium-238, 239, 240, americium-241, strontium-90 and caesium-137 into potatoes. *The Science of the Total Environment.* 1984; 38: 173–181.

Chernobyl Trace in the Agricultural Landscapes of the Chernozem Regions: Independent Evaluation 30 Years Later

T.A.Paramonova¹, O.L.Komissarova¹, L.A.Turykin², N.V.Kuzmenkova³, G.I.Agapkina¹, S.V.Mamikhin¹

¹Faculty of Soil Science, Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

²Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

³Faculty of Chemistry, Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

This article presents the data of independent soil-ecological research of Russian Chernozem regions, which were contaminated with ¹³⁷Ce radionuclide as a result of the accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant in 1986. The results, obtained by the authors, confirmed the data of the State monitoring of radioecological problems on agricultural landscapes in the area of the Chernobyl trace 30 years after the accident. Although, it is shown that due to certain methods of rehabilitation of soils contaminated with radioisotopes, agricultural products that meet radiation-hygienic and veterinary requirements can be obtained in these agroecosystems.

Keywords: caesium-137 (¹³⁷Cs), radioactive soil and plant foodstuff contamination, Chernobyl accident, food security.

«Горящая гора» Янгантау в Республике Башкортостан

А.М.Фархутдинов¹, И.М.Фархутдинов¹, Р.А.Исмагилов^{1,2}

¹Башкирский государственный университет (Уфа, Республика Башкортостан, Россия)

²Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН (Уфа, Республика Башкортостан, Россия)



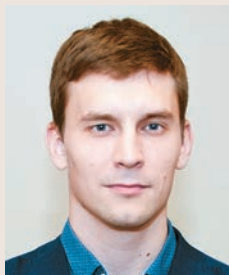
Янгантау, что в переводе с башкирского означает «горящая гора», — природный бренд Башкортостана. Здесь расположен один из лучших в России курортов, использующий целебные свойства паровыделений. Температурный феномен Янгантау представляет особый научный и практический интерес, а история его выяснения длится более двух столетий. Здесь в платформенных условиях проявляются термальные процессы, не связанные с вулканической деятельностью. Среди гипотез формирования феномена Янгантау выделяются две: одна связывает выход горячего пара с подземным горением битуминозных сланцев, другая объясняет это явление тектоническим механизмом. Янгантау расположена на стыке двух структур: Юрюзано-Сылвенской впадины Предуральяского прогиба и Каратауского структурного комплекса Башкирского мегантиклинория. По геодинамической модели, регион Янгантау испытывает тангенциальное сжатие, вследствие чего происходит движение Каратауского массива, имеющего большой объем пород высокой прочности. Трение тектонических структур создает условия для генерации высоких температур, а разрывные дислокации способствуют выходу тепла на поверхность. Однако геодинамическая гипотеза не исключает возможности горения битуминозных сланцев. Последние годы наблюдается постепенное снижение температуры источников Янгантау, и проблема их сохранения чрезвычайно актуальна.

Ключевые слова: гора Янгантау, геотермальный феномен, подземное горение, трение пластин, геопарк.



Гора Янгантау в Башкирии.

Здесь и далее фото
пресс-службы санатория «Янган-Тау»



Анвар Мансурович Фархутдинов, кандидат геолого-минералогических наук, Ph.D, доцент кафедры геологии и полезных ископаемых Башкирского государственного университета. Область научных интересов — гидрогеология, термальные подземные воды, геоинформатика.
e-mail: anvarfarh@mail.ru



Исхак Мансурович Фархутдинов, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой геологии и полезных ископаемых того же университета. Круг научных интересов охватывает вопросы геотектоники, геоэкологии, медицинской геологии.
e-mail: iskhakgeo@gmail.com



Рустем Айратович Исмагилов, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геофизики того же университета, старший научный сотрудник Института геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН. Специалист в области геотектоники и нефтяной геологии.
e-mail: rustem_ismagilov@bk.ru

...Самое блаженство видеть в знатной части света натуру в самом ее бытии... и ей учиться, служило мне... изряднейшим награждением, которого от меня никакая зависть не отымет.

Петер Симон Паллас

Башкортостан — регион с живописными ландшафтами, уникальными геологическими объектами и памятниками природы, и один из них — гора Янгантау, что в переводе с башкирского означает «горящая гора». Широко известная не только в республике, но и далеко за ее пределами, Янгантау в 1965 г. объявлена памятником природы. Сегодня это комплексный геологический и рек-



Санаторий «Янган-Тау» на «горящей» горе.

реационный объект федерального значения, который внесен в Глобальный реестр геологического наследия планеты в рамках программы ProGEO (Европейская ассоциация по сохранению геологического наследия учреждена в 1993 г., российская группа работает с 1997 г.).

Янгантау расположена в Салаватском р-не, на правом берегу р.Юрюзань, и представляет собой возвышенность, вытянутую с юго-запада на северо-восток с абсолютной отметкой вершины 416 м, подошвы — 252 м. Обращенная к реке сторона горы имеет крутой, участками обрывистый склон, спускающийся к самому руслу.

Особый научный и практический интерес представляет температурный феномен Янгантау. Это одно из редких мест на планете, где в платформенных условиях так масштабно проявляются термальные процессы, не связанные с вулканической деятельностью.

В пределах горы Янгантау расположено пять участков, в которых из недр выходят горячие газы и пар. Температура газа колеблется от 37 до 150°C. Наиболее высокие значения приурочены к южному склону горы, где зимой образуются проталины. Источником пара служит водоносный горизонт, разгружающийся в р.Юрюзань и обеспечивающий до-

вольно мощный поток воды. Разнообразные компоненты (силикаты глин, сульфаты, сульфиды, радиоактивные вещества, примеси марганца, ванадия и др.), присутствующие в воде и в породах, обогащают пары более чем 30 микроэлементами, придавая им целебные свойства, а также служат катализаторами процесса газовой выделенной*.

Известны здесь и минеральные источники. Кроме теплого Кургазака, температура которого около 16°C в любое время года, в районе Янгантау и в 20 км ниже



Гора Янгантау зимой.

* Официальный сайт санатория «Янган-Тау»: www.yantau.ru.

по течению р.Юрюзань, у подножья горы Куткан и у нижнего окончания дер.Куселярово, находятся несколько сероводородных источников.

«Горящие горы» существуют и в других местах. Так, на территории России горение гор протяженностью в несколько километров, сопровождающееся сильным задымлением, наблюдается в Шимановском р-не Амурской обл. Там излучина р.Амур размывает берег и обнажает залежи бурого угля, воспламеняющегося при соприкосновении с воздухом. Данному явлению, впервые описанному Н.М.Пржевальским, — более 300 лет. Считается, что процесс горения поддерживается поступлением газа из недр земли.

Достопримечательность Австралии — «горящая гора» на восточном побережье материка, где сотни лет из-под земли выходит дым с запахом серы вследствие горения пластов угля, залегающих на глубине в несколько десятков метров. Предполагаемая причина возгорания — вулканическая деятельность. В Азербайджане, на берегу Каспийского моря, в 27 км севернее Баку, с древнейших времен известна гора Янардаг. Этот известняковый холм, над которым поднимается пламя шириной 10 м, называют «природным вечным огнем». Его происхождение объясняют утечкой горячего газа из крупного месторождения вблизи Апшеронского п-ова. Самым древним «вечным огнем» считается гора Янарташ на побережье Черного моря в Турции, в провинции Анталья, где незатухающие факелы также обусловлены выходом природного газа.

Следует подчеркнуть, что из всех известных «горящих гор» на планете только Янгантау представляет собой уникальный оздоровительный объект, где целебные свойства паро- и газовыделений сочетаются с живописной местностью и благоприятными климатическими условиями.

Впервые феномен Янгантау описал во второй половине XVIII в. немецкий ученый-энциклопедист, прославившийся путешествиями по России, — П.С.Паллас (1741–1811). После избрания в 1766 г. членом Петербургской академии он с семьей приехал в Петербург, где в то время была организована научная экспедиция для всестороннего изучения России. Программу исследований инициировал и разработал первый отечественный ученый-геолог — М.В.Ломоносов. 26-летний Паллас, уже имевший степень доктора, профессорское звание и признание в Европе, возглавил академи-



Источник Кургазак.

ческую экспедицию, результаты которой сделали его первым в истории региональных геологических изысканий*.

Исследования проводились с 1668 по 1774 г. и предусматривали всесторонний сбор естественнонаучных сведений с обширной территории России, «...дабы все достопамятные вещи... кои достойны примечания и токмо некоторым местам свойственны... обстоятельно были описаны». Экспедиция включала пять отрядов. Один из них, изучавший районы Поволжья, Урала и Сибири, работал под непосредственным руководством Палласа. Среди задач, поставленных перед группой, были такие: изучить «распространенные болезни людей и животных и изыскать средства к их лечению и предупреждению... минеральные богатства и минеральные воды... форму и внутренность гор...»**. Путешественникам предписывалось вести путевой дневник, и Паллас записывал все особенно подробно, поскольку полагал: «Многие вещи, которые могут теперь показаться незначительными, со временем у наших потомков могут приобрести большое значение»***.

Исследованию Уральских гор ученый посвятил лето 1770 г., выехав туда после зимовки из Уфы, где завершил первый том описания своего путешествия. Всего за шесть лет он преодолел около 30 тыс. км. Именно в ту поездку Паллас узнал о незаморающем источнике Кургазак и «горящей го-

* *Непомнящих Н.Н.* 100 великих русских путешественников. М., 2013.

** *Паллас П.С.* Путешествия по разным провинциям Российской империи. Ч.1. СПб., 1773.

*** *Петр Симон Паллас // Отечественные физико-географы и путешественники / Под ред. Н.Н.Баранского и др. М., 1959.*

ре»: «Из открытых трещин (расселин) поднимается беспрестанно тонкий, против солнца дрожащий жаркий пар, к которому рукой прикоснуться невозможно, брошенная же туда кора или сухие щепки в одну минуту пламенем загорались, в плохую погоду и в темные ночи кажется он тонким красным пламенем или огненным шаром в несколько аршин вышиной...»*.

Как поведали местные жители, за 10–12 лет до его приезда в сосну ударила молния, которая сожгла ее до самых корней, а огонь перекинулся в недра горы и воспламенил ее изнутри.

Согласно другой легенде, в этих местах дождливой осенью промокший и продрогший пастух нашел укрытие в углублении между корнями старого дерева. От усталости он уснул, а когда проснулся, обнаружил, что из ямы идет теплый пар. Пожилой пастух еще не раз приходил на это место и постепенно излечился от суставных болей и заметно окреп. С того времени гору называют Янгантау вместо прежнего — Каракоштау (Беркутова гора, так как здесь водилось много беркутов). Башкиры стали считать эту гору священной, и сюда началось паломничество больных. Сегодня на территории санатория «Янган-Тау» стоит памятник легендарному пастуху. Памятник Палласу еще ждет своего часа.

Массовое посещение горы в лечебных целях началось в 20-е годы XX в. Люди самостоятельно рыли ямы, сидя в которых обогревались лечебным паром. В 1925 г. у подножья горы был выстроен дощатый домик-лечебница для проведения тепловых процедур и небольшая деревянная избушка, служившая общежитием для больных. Так началась хозяйственная эксплуатация горы с взиманием платы за ванны. Через 10 лет здесь появилась больница легкого функционирования на 15 коек, а 2 апреля 1937 г. Президиум ЦИК Башкирской АССР принял постановление «О строительстве курорта Янгантау Малоязовского района». С 1957 г. санаторий начал работать круглогодично. Теплоты и водолечебницы используют целебные природные качества пара горячей горы, в составе которого аммиак, фенолы и смолы. Но газы почти незаметны, так как они практически бесцветны и без запаха. Парогазотермальная смесь из недр горы Янгантау — основной лечебный фактор курорта.

Сегодня крупнейший в республике и один из лучших в России бальнеологический санаторий «Янган-Тау» принимает ежегодно около 30 тыс. человек.

Однако, по результатам наблюдений последних 30 лет, температура янгантауских тепловых источников медленно (со скоростью 0.5–1.0°C в год), но неуклонно снижается [1]. Для определе-

ния прогноза, как долго продлится функционирование санатория, требуется решить фундаментальную проблему — выяснить происхождение геотермального феномена Янгантау.

Природа термоаномалии горы Янгантау — вызов геологической науке

Для того чтобы какая-нибудь наука сдвинулась с места, чтобы расширение ее стало совершеннее, гипотезы необходимы так же, как показания опыта и наблюдения.

Иоганн Вольфганг Гете

Изучение генезиса тепловых аномалий Янгантау длится более двух столетий, в течение которых выдвигались различные гипотезы, в чем-то перекликающиеся, причем каждая отражала достижения естествознания своей эпохи. Первая предложена Палласом в 1773 г.: подземный пожар битуминозных сланцев** в результате удара молнии.

Появление следующей версии связано с организацией в 1882 г. первого государственного геологического учреждения в России — Геологического комитета (Геолкома), осуществившего картирование европейской части страны***. Работы по картированию 139-го листа, куда входил западный склон Южного Урала, выполнял Ф.Н.Чернышев (1856–1914). Составленная им в конце 1880-х годов схема стратиграфии Урала и его предгорья в течение полувека служила основой для работы геологов. Именно в этот период Чернышев предложил идею, согласно которой выделение тепла на горе Янгантау обусловлено химическими реакциями, в частности переходом закиси железа в окись.

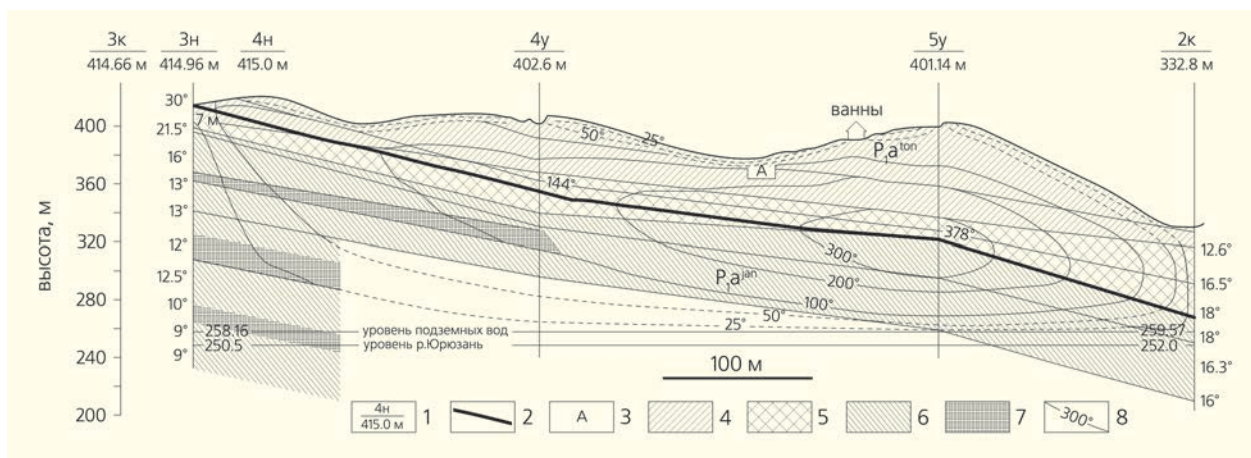
В 1932 г. немецкий курортолог профессор Берлинского университета А.Биккель выдвинул гипотезу о наличии магматического очага, который нагревает водяные пары, поднимающиеся по сбросовым трещинам.

Через семь лет, в 1939 г., горный инженер В.В.Штильмарк объяснил янгантаускую геотермальную аномалию окислением битуминозных сланцев с самонагреванием и тлением. Под его руководством в 1953–1961 гг. здесь провели большую исследовательскую работу по проекту, утвержденному Министерством здравоохранения РСФСР. Пробурили 12 скважин глубиной от 18 до 36 м и одну (скважина 5у) 106-метровую, что позволило выявить общую закономерность: рост температуры

** Битумы — полезные ископаемые органического происхождения с первичной углеводородной основой, известны с эпохи неолита.

*** Карта Европейской России, Урала и Кавказа была составлена в 1892 г. в масштабе 60 верст в одном дюйме, что стало важным событием в отечественной геологии.

* Ефремов Ю.К. Петр Симон Паллас (1741–1811) // Творцы отечественной науки. Географы. М., 1996. С. 69–82.



Карта распределения температур горы Янгантау [2]. 1 — номер скважины и абс. отметка устья, 2 — термальный максимум, 3 — проекция на профиль термальной площадки «А», 4–6 — содержание органического углерода ($C_{орг}$): 4 — от 0 до 2%, 5 — от 2 до 4%, 6 — от 4 до 6%, 7 — от 6 до 11%; 8 — изотермы.

с глубиной и ее снижение после достижения некоторого максимума. Самая высокая температура ($377.8\text{ }^{\circ}\text{C}$) зафиксирована на глубине 80 м в скважине 5у. Штильмарк считал, что к 1960 г. было израсходовано не более одной трети первоначального запаса органического вещества [2].

Тектонический фактор (возникновение тепла в результате трения горных пород в зонах сбросов) как причину термальной аномалии впервые рассмотрели К.А. и Л.А.Миловидовы и И.А.Огильди в 1948 г.

Несколько лет решению этой проблемы посвятил Г.В.Вахрушев — первый председатель президиума Башкирского филиала АН СССР. В 1957 г. он предложил гипотезу радиоактивного тепла, поднимающегося с больших глубин. По данным сторонников этой идеи, термоокислительный процесс будет продолжаться еще 850–1700 лет. Вместе с тем Вахрушев писал: «Янгантау — не обычная горячая или вулканическая гора. Это еще не разгаданный уникам природы. Изучение его требует особого подхода и большого внимания»*.

Позднее, в конце 1970-х годов, в районе Янгантау вели работы сотрудники геологического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова под руководством профессора А.И.Конюхова. Они пришли к заключению: «Проведенное комплексное геолого-геохимическое исследование показывает, что протекающие в недрах г.Янгантау процессы в настоящее время не получили достаточно убедительного объяснения» (1979). По-видимому, они допускали полигенный характер аномалии.

В 1985 г. при рытье котлована под плавательный бассейн в коренных отложениях вблизи термального ядра горизонта был обнаружен метеорит

весом в несколько сот килограммов. Целиком извлечь его не удалось, сумели отколоть лишь несколько кусков. Возникло предположение, что упавший метеорит стал катализатором интенсивных термальных процессов в недрах горы [3]. Однако последующие анализы эту версию не подтвердили**.

Перечисленные гипотезы послужили важным стимулом к геологическим исследованиям, результаты которых большей частью опровергали существовавшие представления.

Так, выходы тепла имеются не только на горе Янгантау. Конюхов с коллегами описали подобные тепловые источники на горе Салдыбаш у с.Алькино и в окрестностях с.Малояз, что свидетельствует в большей степени об эндогенном происхождении данного явления. Вероятность магматического генезиса аномалии не согласуется с амагматичностью краевых прогибов, включая Предуральский. Более прогретая плоскость горы Янгантау приурочена к горизонтам, слабо и средне обогащенным битумами, что противоречит мнению об их основной причинной роли. Согласно исследованиям Штильмарка, среднее содержание углерода в мергелях янгантауской свиты (при кларке углерода в осадочных породах около 1%) составляет 2.6% и лишь в отдельных образцах достигает 11–15%. Для сравнения: в горючих сланцах количество органики значительно больше — от 10 до 70%. Измерение радиоактивности горных пород и водных источников показало низкие значения: 1–2 Махе*** для паров и газов курорта и не более 15 Махе у источника Кургазак [4]. Это исключает возможность

* Вахрушев Г.В. Горячая гора // Природа. 1965. №7. С. 99–103.

** Срезы метеорита были направлены в Академии наук СССР (Москва) и УССР (Киев).

*** Устаревшая внесистемная единица объемной альфа-активности радиоактивного источника. 1 Махе = 13.5 кБк/м^3 .

радиоактивного механизма формирования тепловых выходов. Что касается тектонического фактора, то он рассматривался с точки зрения господствовавшей в то время фиксистской доктрины, позднее утратившей свое значение.

Новым этапом в исследовании феномена Янгантау стала разработка тектонической гипотезы в рамках шарьяжно-надвиговой теории, согласно которой земная кора представляет собой комплекс аллохтонов (блоков горных пород, перемещенных от места первоначального залегания на большие расстояния) и надвинутых друг на друга вследствие мощного тангенциального сжатия [5].

В 1960-е годы было установлено складчато-надвиговое строение Урала*, а в 1996 г. Академией наук Республики Башкортостан были проведены исследования по теме: «Геология и генезис термальных явлений горы Янгантау», результаты которых позволили представить геодинамическую модель янгантауской термоаномалии [6].

Геодинамическая модель тепловой аномалии горы Янгантау

Не умножай сущности без необходимости.

Уильям Оккам

Данную концепцию ее авторы обосновывают сведениями по структурной геологии района, результатами изучения сейсмической активности территории и пространственного распределения палеотемператур, а также физико-математическими расчетами генерации тепла при тектонических движениях [6].

Согласно тектоническому районированию Южного Урала, Янгантауский феномен территориально относится к Предуральскому прогибу — предгорной депрессии между Восточно-Европейской платформой на западе и складчатым Уралом на востоке. На территории Республики Башкортостан в пределах Предуральского прогиба с юга на север выделяются Бельская и Юрюзано-Сылвенская впадины, а основные структуры горного Урала — это Башкирский мегантиклинорий, Зилаирский синклиний, зона Уралтау и Магнитогорский мегасинклиний. Гора Янгантау расположена в южной части Юрюзано-Сылвенской впадины, в зоне ее сочленения с Каратауским структурным комплексом, который представляет собой участок Башкирского мегантиклинория, продвинутого к западу. На поверхности эта структура сложена артинскими породами нижней перми, которые отличаются широким распространением в юго-за-

падной части глинистых и известковистых отложений, сменяющихся к востоку и северо-востоку песчаниками и конгломератами.

Н.Г.Чочиа и С.М.Домрачев в 1945 г. выделили здесь бальзякскую свиту (мощностью от 100 м по р.Юрюзань и до 180 м к востоку) песчаников и конгломератов, которая обнажается у подножья горы Янгантау и характеризуется тонкой слоистостью пород. Выше залегает толща битуминозных мергелей, названная янгантауской свитой (мощность в пределах горы Янгантау — 260 м). Ее отложения отличаются своеобразной слоистостью — чередованием полосок различной окраски в форме линз толщиной 1–2 мм и прямолинейных микрослоев толщиной в доли миллиметра. Над янгантауской свитой Н.Г.Чочиа и В.Д.Наливкин выделили тандакскую свиту (мощностью от 150 до 320 м) песчаников и кремнистых известняков. Как впервые в 1961 г. отметили Г.Ф.Пилипенко и В.В.Штильмарк, термально измененные породы приурочены к контактной зоне янгантауской и тандакской свит.

Тектоника Юрюзано-Сылвенской впадины характеризуется развитием региональных надвигов, среди них наибольший интерес представляет Месягутовский аллохтон, в пределах которого расположена гора Янгантау. Данная структура также отличается выраженной дислоцированностью, а куст малоамплитудных разрывов в центральной части пластины, названных Янгантаускими дислокациями, соответствует размещению термальных аномалий района [7].

До работ М.А.Камалетдинова Каратауский структурный комплекс рассматривался как блок платформы, приподнятый вертикальными разломами. Описанный этим автором в 1954 г. Каратау-



Обзорная схема расположения горы Янгантау.

* Исмагилов Р.А., Фархутдинов И.М., Фархутдинов А.М., Фархутдинова Л.М. Шарьяжно-надвиговой теории — 50 лет // Природа. 2015. №12. С. 50–59.

ский аллохтон стал первым фактическим доказательством шарьяжно-надвигной тектоники Урала.

Стратиграфически данная структура представлена формациями широкого возрастного диапазона: от верхнего рифея до верхнего палеозоя. Согласно данным Ю.В.Казанцева (1982), Каратауский аллохтон ограничен снизу поверхностью Каратауского надвига, а с краев — Ашинским и Юрюзанским субвертикальными сдвигами. Разобшение Каратауского комплекса с Башкирским антиклинорием произошло в послепермское время, когда первый значительно продвинулся в сторону платформы.

Исследования Камалетдинова с коллегами (1974) показали, что зоны Ашинского и Юрюзанского сдвигов, простирающихся поперечно к надвигам Каратауского аллохтона, выражены интенсивным смятием и дроблением пород. Так, ширина зоны дробления Юрюзанского сдвига с амплитудой около 5 км составляет более 500 м. На высокую интенсивность смятия соприкасающихся пород Месягутовской пластины, которая образована одноименным надвигом в пределах Юрюзано-Сылвенской депрессии, указывает развитие здесь будинажа, шаровых отдельностей, милонитов, а также тектоническое разлинзование с формированием выраженной слоистости пород и др. Извилистое русло р.Юрюзань, протекающей по Юрюзанскому сдвигу, также предполагает наличие выступов жестких пород, обусловленных разрывными нарушениями [8].

Резюмируя сведения о геологическом строении рассматриваемой зоны, авторы геодинамической модели выделили ряд ключевых особенностей, обосновывающих тектоническую причину термальной аномалии горы Янгантау:



Схематический рисунок смещения по надвигам в районе горы Янгантау [7].

- локализация термальной аномалии в зоне тектонического взаимодействия контрастных по составу и строению Каратауской и Юрюзано-Сылвенской структур, которые имеют шарьяжно-надвиговую тектонику;

- более значительная амплитуда смещения Каратауского комплекса и его движение с запада на восток, противоположное общеуральскому;

- высокая степень литификации и, следовательно, прочности пород, слагающих морфологически выраженный хребет Каратау, в отличие от отложений Юрюзано-Сылвенской депрессии, которые характеризуются сглаженностью рельефа;



Интенсивное смятие фронтальной части Месягутовской структуры в районе горы Янгантау.

Здесь и далее фото из архива авторов



Зона смятия в обнажении у дер.Ахуново.

— интенсивное смятие фронтальной части Месягутовской пластины, где расположена гора Янгантау, которое прослеживается на серии обнажений у восточной окраины дер.Ахуново.

Тектоническую активность района Янгантау в современный период подтвердило сейсмотектоническое картирование зоны сочленения Каратауского структурного комплекса и Юрюзано-Сыльвенской впадины, выполненное в 1996 г. [8]. В Каратауской и Месягутовской структурах повышенные значения сейсмошума приурочены к фронтальной части Месягутовской пластины, к зоне ее сочленения с Каратауским аллохтоном по Юрюзанскому сдвигу.

Анализ распределения палеотемператур также выявил связь зональности параметров с областью контакта Месягутовской и Каратауской структур, свидетельствуя о тектоническом происхождении тепловых аномалий и их древнем послепермском возрасте. Распределение высоких значений температур здесь совпадает с современными термоаномалиями и говорит о значительно более широкой площади выхода тепла в геологическом прошлом [9, 10]. Физико-математические расчеты показали, что смещение по надвигу со скоростью 2 см в год способно создавать температуры, наблюдаемые на Янгантау [6].

Таким образом, согласно представленной геодинамической гипотезе, регион Янгантау испытывает тангенциальное сжатие, вследствие чего структура Каратау медленно воздымается. Движение Каратауского аллохтона, имеющего большой объем (30×30×5 км) горных масс высокой прочности, создает выраженную тектоническую нагрузку на пограничную часть Месягутовской пластины, нарушая ее целостность. Этот процесс длится миллионы лет. Трение тектонических

структур создает условия для генерации высоких температур, а разрывные дислокации способствуют выходу тепла на поверхность.

* * *

Сегодня дискуссия о генезисе горы Янгантау продолжается главным образом между сторонниками тектонической гипотезы и версии горения/оокисления битуминозных сланцев, поддерживаемого неорганическими катализаторами в недрах — металлами, сорбированными в битумах. Об актуальности проблемы свидетельствует тот факт, что только за последние 15 лет по теме геотермических и гидрогеологических объектов территории Янгантау написано большое количество научных и популярных монографий и статей. Вместе с тем доказательная база геодинамической модели термальной аномалии Янгантау делает эту научную гипотезу наиболее перспективной. Следует отметить, что она не исключает возможности горения битуминозных сланцев, поскольку тектоническое движение и трение могут служить генератором этого процесса.

В 2017 г. началась организация геопарка «Янгантау», который, возможно, станет первым в Глобальной сети геопарков ЮНЕСКО в России*. Можно надеяться, что его создание привлечет широкое внимание научных кругов к этому удивительному явлению природы, будет стимулировать международное сотрудничество ученых, заинтересованных в решении проблемы «горящих гор», способствовать выяснению механизма формирования данного феномена и сохранению его для будущих поколений. ■

* Исмагилов Р.А., Фархутдинов И.М., Фархутдинов А.М. Создание геопарка ЮНЕСКО в Башкирии // Природа. 2018. №1. С.35–41.

Литература / Reference

1. Хурамышин И.Ш. Изучение состава конденсата пара курорта Янгантау. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2011; (1): 32–34. [Khuramshin I.Sh. Study of the steam condensate composition of the Yangantau resort. Questions of balneology, physiotherapy and medical physical culture. 2011; (1): 32–34. (In Russ.)]
2. Штильмарк В.В. Экзогенная геотермальная аномалия горы Янган-тау в Западном Приуралье. Доклады к собранию Международной ассоциации гидрогеологов. М., 1960; 310–314. [Shtilmark V.V. Exogenic geothermal anomaly of Mount Yangan-Tau in the Western Cis-Urals. Reports to the meeting of the International Association of Hydrogeologists. Moscow, 1960; 310–314. (In Russ.)]
3. Фаттахутдинов С.Г., Конюхов А.И., Корчагина Ю.И., Акбашев Р.Ш. Генезис термальных явлений горы Янган-тау. Вопросы минералогии, геохимии и генезиса полезных ископаемых Южного Урала. Уфа, 1982; 110–116. [Fattahutdinov S.G., Konyukhov A.I., Korchagina Yu.I., Akbashev R.Sh. The genesis of the thermal phenomena of the mountain Yangan-tau. Questions of mineralogy, geochemistry and the genesis of minerals of the Southern Urals. Ufa, 1982; 110–116. (In Russ.)]
4. Акбашев Р.Ш. Курорт Янгантау. Уфа, 1981. [Akbashev R.Sh. Resort Yangantau. Ufa, 1981. (In Russ.)]
5. Камалетдинов М.А. Современная теория шарьяжей. Геологический сборник ИГ УНЦ РАН. 2001; (2): 29–37. [Kamaletdinov M.A. The modern thrust-nappe theory. Geological collection IG UC RAS. 2001; (2): 29–37. (In Russ.)]
6. Нигматулин Р.И., Казанцева Т.Т., Камалетдинов Р.М., Казанцев Ю.В. Геология и генезис тепловых аномалий Янган-тау. Уфа, 1998. [Nigmatulin R.I., Kazantseva T.T., Kamaletdinov R.M., Kazantsev Yu.V. Geology and genesis of Yangan-Tau thermal anomalies. Ufa, 1998. (In Russ.)]
7. Камалетдинов М.А. Покровные структуры Урала. М., 1974. [Kamaletdinov M.A. Cover structures of the Urals. Moscow, 1974. (In Russ.)]
8. Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т., Загребина А.И., Газизова С.А. Структурная геология северо-востока Башкортостана. Уфа, 1999. [Kazantsev Yu.V., Kazantseva T.T., Zagrebina A.I., Gazizova S.A. Structural geology of the north-east of Bashkortostan. Ufa, 1999. (In Russ.)]
9. Бобохова А.С., Бобохова Р.Б. Термодегазация минералов и пород как палеотермометр. Тепловое поле Земли и методы его изучения. М., 1997; 99–101. [Bobokhova A.S., Bobokhova R.B. Thermal degassing of minerals and rocks as a paleothermometer. The thermal field of the Earth and its methods of study. Moscow, 1997; 99–101. (In Russ.)]
10. Мичурин С.В., Бобохова Р.Б. Палеотемпературные исследования методом термодегазации нижнепермских отложений в районе горы Янгантау на Южном Урале. Геологический вестник. 2018; (1): 51–58. [Michurin S.V., Bobokhova R.B. Paleo-temperature studies by thermal decontamination of Lower Permian sediments in the area of the Yangantau mountain in the Southern Urals. Geological Herald. 2018;(1): 51–58. (In Russ.)]

The Burning Mountain Yangantau of the Republic of Bashkortostan

A.M.Farkhutdinov¹, I.M.Farkhutdinov¹, R.A.Ismagilov^{1,2}

¹Bashkir State University (Ufa, Russia)

²Institute of Geology, Ufa Federal Research Centre, RAS (Ufa, Russia)

Yangantau, which in Bashkir means “burning mountain”, is a natural brand of Bashkortostan. Here there is one of the best in Russia an eponymous resort, which uses the healing properties of steam emissions. The temperature phenomenon of Yangantau is of special scientific and practical interest, and the history of its study lasts more than two centuries. Such thermal processes take place in platform conditions and are not related to volcanic activity. Among the hypotheses of the formation of the Yangantau phenomenon, two have been most widely supported: one relates the yield of hot steam from the subsurface to the underground burning of bituminous shales, the other explains the phenomenon by a tectonic mechanism. The Yangantau Mountain is in a tectonically active zone at the junction of two structures: the Yuryuzan-Sylva Depression of the Pre-Uralian Foredeep and the Karatau structural complex of the Bashkir megantiklinorium. According to the geodynamic model, the Yangantau region undergoes tangential compression, resulting in the movement of the Karatau allochthon, which has a large volume of high-strength mountain masses. Friction of tectonic structures creates conditions for the generation of high temperatures, and dislocations contribute to the release of heat to the surface. At the same time, the geodynamic hypothesis does not exclude the possibility of bituminous shales burning. In recent years, there has been a gradual decrease in the temperature of the Yangantau streams, and the problem of their conservation is extremely relevant.

Keywords: Yangantau Mountain, geothermal phenomenon, underground burning, plates' friction, geopark.

Культуры *Ното* в оценках мироздания и архетипы ментальности

Е.Н. Черных

Институт археологии РАН (Москва, Россия)

Автор продолжает дискуссию о психологических гранях существования всех человеческих культур от исходного вида *Homo erectus* вплоть до современного *Homo sapiens*. Основное внимание сосредоточено на проблемах, связанных, по сути, с извечными и всеохватными психологическими феноменами: *мы и они*, *нарциссизм* (самолюбование), *синдром единомыслия*. Данные феномены тесно взаимосвязаны и взаимозависимы, и, по существу, в них можно видеть архетипы ментальности. Их реальное и мощное воздействие на характер и образ любой культуры *Ното* кажется достаточно очевидным.

Ключевые слова: ритмы развития культур, синдром единомыслия, нарциссизм, расизм, шовинизм.

Ритмы и характер развития культур *Ното*

Обсудим наконец хотя бы кратко некоторые общие представления о ритмах и стадиях эволюции культур *Ното*. Миллионелетняя история человека показывает, что вечных культур в мире не существует. Во всяком случае нам они абсолютно неведомы. Каждое из биосоциальных формирований имело свои обязательные *начало* и *конец*. В связи с этим хочется обратить внимание на весьма любопытное различие в психологическом восприятии окружающего мира, с одной стороны, у индивидуума, а с другой — у того коллектива (культуры), в рамках которого он существует. В своем исторически поступательном развитии у *Ното*-индивидуума с какого-то момента начинаются размышления о конце его земной жизни и ожидании этого исхода. Подобного рода мысли могут вызывать также раздумья о вероятной вневременной жизни*. Но ведь к ней каким-то образом следует готовиться еще при жизни земной — и это очень хорошо известно приверженцам авраамических религий. Но в какие времена все это началось?

Предполагаемый момент чрезвычайно важен для понимания кардинальных этапов в развитии

* Параллельно приходят воспоминания о весьма необычных мечтах, когда страстное желание отнюдь не вневременной, но вечной земной, притом божественной жизни овладевало такими знаковыми фигурами, как Александр Македонский, Цинь Шихуан-ди или Чингисхан. Однако на общем фоне *Ното* то были все же лишь редкостные аномалии.

оценки мира у вида *Ното*. Теперь мы в состоянии даже предложить некоторую реконструкцию его взглядов, опираясь на обзор традиций при сооружении некрополей — «городов мертвых». Наиболее ранние признаки очевидных свидетельств таких городов мы уже обсуждали при обращении к пещерному — весьма почтенному, превышающему даже полумиллионный возраст — некрополю Сима де лос Уэосос на Иберийском п-ове, оставленному нам представителями знаменитой, но как будто тупиковой ветви неандертальцев**. Однако так нам удастся прикоснуться к древнейшим истокам в динамике взглядов *Ното*-индивидуумов на их место и положение в окружающем мире. Позднее эти истоки перерастут в истинный океан разнообразных по виду и возрасту кладбищ. По обрядам и богатствам погребального инвентаря археологи и стараются распознать реальную историю древнейших, а также и не столь отдаленных от нас по времени народов и их понимание законов мироздания.

Однако в этой сфере можно заметить удивительный и резкий контраст между пониманием мироощущения у *Ното*-индивидуума и тем, что господствует в социуме: никогда культура — т.е. способ/модель существования — не готовит себя к финишу в своей земной жизни. Никто не может и не должен высказывать даже скромное предположение о подобном конце. Об этом думать запретно, иначе наказание будет жестоким и неотвратимым.

** См.: Черных Е.Н. Культуры *Ното*: узловые сюжеты миллионелетней истории. От архантропа до человека разумного // Природа. 2018. №3. С.37–52.

Окончание. Начало см. в №5, 6.

Синдром единомыслия в культурах

Обращаясь к причинам распада, гибели, исчезновения каждой культуры, вспомним одну из наиболее существенных причин ломки ее коронной структуры. Имеется в виду *синдром утраты единомыслия* в рядах ее носителей. Кажется, первым, кто размышлял о единомыслии как залоге крепости и устойчивости государства/культуры, был великий древнегреческий философ Аристотель. В «Никомаховой этике» он писал: *...единомыслие оказывается... государственной дружбой, и мы говорим о единомыслии именно в таком значении, ведь оно связано с вещами нужными и затрагивающими весь образ жизни.*

Устойчивость способа/модели жизнеобеспечения или же существования любой культуры обеспечивается обязательным соблюдением канонических стандартов. Сами каноны могут быть выражены либо в устной форме (у дописанных формирований), либо в письменной, вплоть до конституционной. Коснемся лишь некоторых примеров из христианского мира. В нем любые отклонения от господствующих — выраженных устно или же запечатленных письменно — догматов должны быть признаны *ересями пагубными*, а их приверженцы *...навлекут сами на себя скорую гибель*. Так утверждал и пророчествовал уже в самые ранние годы зарождения христианства его *первоапостол* Петр (2Пет., 2, 1).

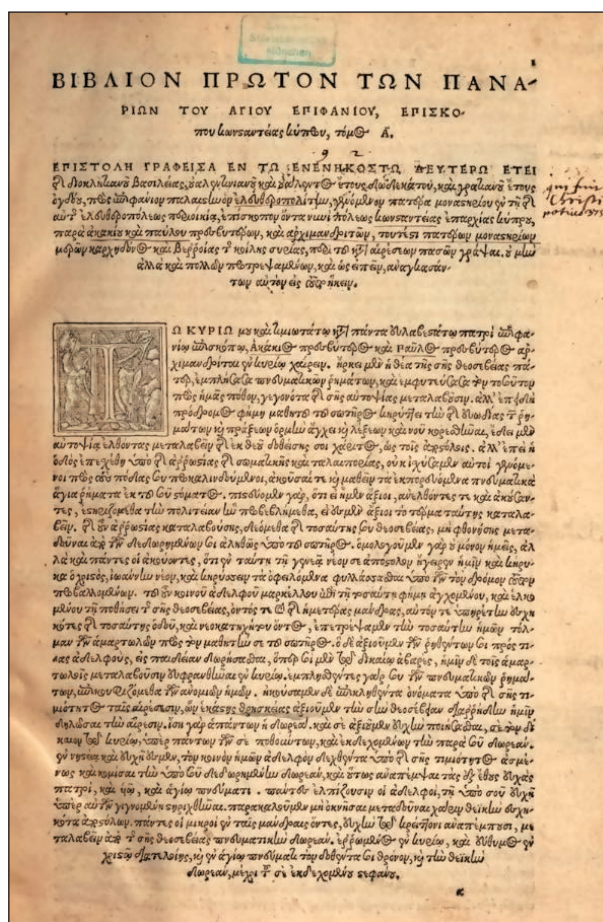
Немного позднее, уже к рубежу III–IV вв., один из плеяды ранних отцов христианства Епифаний Кипрский в своем обширном труде «Панарион» («Ковчег») обличает чуждые истинному учению 80 сект ересиархов. Этот обширный реестр заблуждений восходит к четырем первообразам — *варварству, скифству, эллинству, иудейству*. Квартетом первообразов, как считал Епифаний, в свою очередь, и были порождены все прочие ереси: *Никандр, описатель зверей и пресмыкающихся, сообщил сведение об их естестве, а другие писатели показали вещества корней и трав... Подобно сему покусаясь и я открыть корни и учения ересей, не во вред читателям, но... чтобы внушить страх и осторожность человеческому роду, и люди, зная страшные и губительные последствия, остерегались и при содействии Божией силы избегали, будучи внимательными и не вступая в борьбу... так и наш труд, при отвращении сказанного выше от вас, возжеленные, состоит в том, чтобы открыть гнусные образы и губительные угрызения страшных пресмыкающихся и зверей. В противоположность же им на подобие противоядий приложим, где одно, где два слова, которые лишили бы их яда, и по Господе спасли желающего, по собственной ли воле, или невольной подвергся он этим змеиным угрызням ересей*.*

* Епифаний Кипрский. Панарион (отрывки). Перевод Р.Хазарзара (khazarzar.skeptik.net/books/epiph/panarium/index.htm).



Автор «Панариона» Епифаний Кипрский (310/320–403). Фреска монастыря в Косово на Балканах.

Здесь и далее фотографии предоставлены автором



Титульный лист «Панариона», отпечатанный в 1544 г.

Еще позднее его учение развивал, например, преподобный Иоанн Дамаскин (ок. 675–753), который в своем *гибельном* списке разместил уже более сотни ересей*.

И вновь перед нами возникает вопрос: значит ли, что победа единомыслия способна привести к желанному и счастливому финалу (к примеру, если представить некую фантазмагорию, что на планете одержали победу догматы некоей единой религии)?

Увы, вряд ли имеется смысл даже в поверхностном обсуждении такого рода фантастических вариаций. *Единомыслие* остается вечной мечтой многих, но мечтой абсолютно неосуществимой, утопией. И порождает эта мечта, как правило, некую *химеру*, в которой очень трудно бывает понять основную идею и зависимые от нее структуры. Однако — в качестве своеобразной игрушки — можно представить, например, подобного рода фантазмагорию в виде неких реалий: все вдруг и повсюду начинают неуклонно соблюдать принципы единомыслия. Тогда мир/культура замирает и останавливается в развитии, ведь ничто, нигде и никогда не может быть оспорено или подвергнуто сомнению — а именно в этом и заключается столь желанная для многих высшая прелесть жестких религиозных догматов. В первую очередь коснется это, конечно, канонов идеологических, а также социальных. Но с идеологией, равно как и социологией могут быть тесно сопряжены даже чисто технологические аспекты, в случае если те, скажем, причастны к строению Земли либо к положению нашей планеты в космосе... И если вдруг возникает фигура некоего диссидента, предлагающего нечто иное, его немедленно объявляют еретиком, несущим мысли вредные и губительные, с которыми все обязаны вести непреклонную войну. И варианты подобного рода идеологических битв делятся целую вечность, вплоть до нынешнего времени...

Вот философия марксизма-ленинизма — *единственная истинно верная научная система философских, экономических и социально-политических взглядов, интегрирующая концептуальные воззрения*. Ее основы во времена СССР необходимо было изучать еще в школе, а продолжающие свое образование на гуманитарных факультетах выдерживали нагрузку особую. Ограничимся здесь единственной и очень краткой, но впечатляющей цитатой из Энциклопедического словаря 1954 г.: *Марксизм-ленинизм дает возможность ориентироваться в окружающей обстановке, видеть историческую перспективу, понимать внутреннюю связь событий, организовать победу. Марксизм-ленинизм является такой наукой, знание которой обязательно для специалистов всех отраслей науки и деятелей*

* Полное собрание творений св.Иоанна Дамаскина. СПб., 1913.

государства трудящихся. По существу учение это приравнялось к религии, поскольку обсуждению не подлежало, и даже за несущественный отход от ее канонов карали очень строго.

Даже предельно краткое перечисление здесь пусть наиболее знаковых битв с еретиками за верность исходному единомыслию культуры показывает: они безграничны и бесконечны. Как правило, их следствием были локальные, а порой и весьма обширные гражданские войны, вроде сражений и гона католическим воинством реформаторов на Западе Европы (например, гугенотов). Вспомним и о сожжениях старообрядцев, пытавшихся скрыться от служб официальной российской православной церкви в уральских или сибирских таежных далях. Да ведь власть способна объявить еретиками, разрушителями исконного единомыслия кого ей угодно, кого она подозревает в разномыслии, и тогда возникают, например, кровавые феномены опричнины Ивана Грозного, или же — почти четырьмя столетиями позже — сталинского ГУЛАГа...

Сражения между еретиками и приверженцами единомыслия всегда отличались особой, воистину кровавой жестокостью, и наблюдалось это вплоть до самого последнего времени. В лучшем случае еретиков или же подозреваемых в ереси подвергали изгнанию. В худшем — их уничтожали физически, притом старались поголовно. И эти тягостные периоды обыкновенно надолго отлагались в памяти целых народов. Особенно тяжело эти процессы протекали в периоды распада империй, где всегда коронный этнос старался, требовал и насильственно внедрял единомыслие среди этносов подчиненных. Но все рано или поздно завершалось распадом, другие варианты нам неизвестны. И тогда стремление коронного этноса вернуть все к «прекрасному» прошлому поглощало львиную долю его не только социальной, но и физической энергии — на иное уже мало что оставалось. Однако некогда подчиненные, но высвободившиеся из-под гнета этнические группы с особым ожесточением старались избавиться даже от воспоминаний о признаках прежнего «единомыслия».

Весьма примечательно, что синдром утраты единомыслия может служить одним из наиболее корректных и верных диагнозов *болезни культуры*. В самые тяжкие периоды ее бытия и трудноисцелимого недуга наступают моменты, когда, например, в голову ее носителям приходят мысли, напоминающие нам строки из сочиненного в знаковом для России 1918 г. Владимиром Маяковским «Левого марша»: *Разворачивайтесь в марше! Словесной не место кляузе. Тише, ораторы! Ваше слово, товарищ маузер. Довольно жить законом, данным Адамом и Евой. Клячу историю загоним.левой! левой! левой!* Именно в такие критические



Варфоломеевская ночь. Картина Франсуа Дюбуа. Не позднее 1584 г.

моменты многое во всей жизни культур и определял «товарищ маузер» — им старались утверждать утрачивающееся единомыслие. Чаще всего именно этот «товарищ» (впрочем, начиная с каменных рубил и кремневых ножей) возникал во времена катастрофических коллапсов, но результаты подобных перемен нередко становились совершенно непредсказуемыми...

Спустя более двух тысячелетий после Аристотеля в российской литературе знаменитый Козьма Прутков представил ернический «Проект: о введении единомыслия в России». Вот некоторые из его изречений: *Очевидный вред различия во взглядах и убеждениях. Вред несогласия во мнениях. «Аще царство на ся разделится» и пр. Всякому русскому дворянину свойственно желать не ошибаться; но, чтоб удовлетворить это желание, надо иметь материал для мнения. Где ж этот материал? Единственным материалом может быть только мнение начальства. <...> Пагубная склонность человеческого разума обсуждать все происходящее на земном круге была бы обуздана и направлена к исключительному служению указанным целям и видам. Установилось бы одно господствующее мнение по всем событиям и вопросам. Можно бы даже противодействовать развивающейся склонности возбуждать «вопросы» по делам общественной и государственной жизни; ибо к чему они ведут? Истинный патриот должен быть враг всех так называемых «вопросов».*

При этом никаких сомнений в серьезности феномена единомыслия проект Козьмы Пруткова, конечно, не породил, да авторы такой цели, разумеется, и не ставили. Ведь, скажем, смутные подозрения Ивана Грозного относительно отсутствия единомыслия у россиян приводили к жутким сценам избиений и казней, подобных, например, кровавому Новгородскому погрому начала 1570 г. Козьма Прутков был, безусловно, прав относительно пагубной склонности «неких людишек» обсуждать все сколько-нибудь отличное от мнения начальственного.

Культуры и ключевые грани истории

Мы измеряем историю человечества не только годами, веками, тысячелетиями, но и культурами — культурами знаковыми, что зарождаются, доминируют, но которых непременно ожидает, как правило, безрадостный финал. На деле все блоки культур тесно взаимосвязаны и полностью зависят от коронных, ключевых граней истории *Ното*. Каждая грань знаменует собой рубеж кардинальных перемен на охваченном культурами участке мирового панно. Картина эта непременно покрывает некий ареал нашей планеты — вплоть до отдельного материка. А в эпоху Нового времени ключевая грань перемен охватила уже всю планету.

Как правило, каждая из таких граней оказывалась сопряженной с технологическими взрывами,

которые отражались на крупных блоках культур. Технологический рывок обеспечивал креативным культурам очевидное первенство, а окружающие их сообщества в старании не отстать устремлялись вслед за ними. Однако такой вариант развития в той или иной мере воздействовал и на модель жизнеобеспечения, а это немедленно сказывалось на общем облике культуры. В противном случае отсталым социумам выпадала судьба неизбежной кончины в конкурентной борьбе за существование в том мире. Но в любом случае генеральное панно культур должно было приобретать новые черты.

Технологические взрывы непременно влекли за собой структурную перестройку разнообразных культурных формирований. Наиболее четко это выявилось при зарождении металлургии и горно-металлургического производства, когда на площадях в несколько миллионов квадратных километров зарождались сложные структуры так называемых металлургических провинций*. Эти формирования подталкивали нас к решению загадок возникавшего еще в глубокой древности феномена международного разделения труда.

Оберегать и пестовать фундамент величия

Теперь от сооруженных неандертальцами «городов мертвых» приблизимся максимально к современности, к судьбам тех культур, что еще совсем недавно активно выражали собственное понимание мира. Уверенность общества в своей исключительности — по сути, необходимый или по меньшей мере крайне желательный психологический фундамент бытия. И фундамент этот необходимо зорко лелеять, ведь если его база шаткая и ненадежная, то это удручающе сказывается на устойчивости и неколебимости любого социального формирования. Оберегают его по-разному, и начнем с одного из самых ходовых, относительно простых и широко распространенных приемов, согласно которому необходимо постоянно внушать народу, что он действительно велик, особенно на фоне других. *Мы рождены, чтоб сказку сделать былью, преодолеть пространство и простор... Нам ли стоять на месте, в своих дерзаниях всегда мы правы... Я другой такой страны не знаю, где так вольно дышит человек... Будет людям счастье, счастье навсегда, у советской власти сила велика... И никто на свете не умеет лучше нас смеяться и любить... Но от тайги до британских морей Красная армия всех сильнее — эти строки легко вспомнят те, кто родился в СССР. Они громыхали фактически каждый день и по радио, и с различных*

* Подробнее см.: Черных Е.Н. *Культуры Ното*: узловые сюжеты миллионлетней истории. Голоцен: фейерверк культур и их парадоксы // Природа. 2018. №5. С.43–56.

эстрадных помостов. Народ должен был не только помнить это, но и жить ощущением превосходства собственного пути абсолютно над всеми. И еще один в свое время расклеенный повсюду красочный плакат: приветливо улыбающийся и приложивший ладонь к виску Владимир Ильич Ленин произносит: «Верной дорогой идете, товарищи». Покойный вождь выполнял роль библейского пророка, правда, отнюдь не пророка-обличителя, как в древности, а пророка одобряющего. И было это совсем недавно...

Но вот перед нами уже не столь примитивный метод доказательств величия этноса/культуры, пригодный для относительно образованной — или хотя бы читающей что-нибудь, кроме детективов, — аудитории. Метод этот пропагандируется через публикации в серии «Библиотека расовой мысли», выпускаемой московским издательством «Белые альфы»**. В подзаголовках изданий значится: «Книги для просвещенных людей». Авторы пожелали продемонстрировать *...принципиально новый... метод исследования русской идеи*. В предисловии к одному из сборников говорится: *Обычно историками толковались следствия социальных процессов, мы же хотим вскрыть причины, коренящиеся в русских как биологическом виде, — расовые корни русской идеи*. Оказывается, корни эти были погружены еще в глубочайшую древность неандертальцев: *Как же конкретно выглядела картина появления крома-ньонца [русского?] из неандертальского «яйца»? Скорее всего, в этот период у родителей-неандертальцев, к их удивлению, стали рождаться необычные с виду дети, которые, быстро подрастая, все более и более приобретали «нестандартные» черты как в строении черепа, так и в пропорциях своего тела: сильное духовное воздействие космоса требовало более совершенную форму «сосуда» для наполнения им, то есть нового антропа! <...> Советские придворные антропологи Я.Я.Рогинский и М.Г.Левин, выполняя идеологический заказ коммунистической партии с ее интернационализмом, были вынуждены официально признать, что изоляция является одним из важнейших факторов расообразования. Они, очевидно, вспомнили близкий им Ветхий Завет, за что им отдельное спасибо. Мы утверждаем, что и в условиях нового расового строительства биологическая изоляция будет также одним из важнейших факторов. Эпопея брачного интерблудия прекратится. Разбрасывать гены по миру можно будет только неценным особям, как это позволено у дворовых собак, судьба которых интересует лишь живодеров, но никак не ценителей породы.*

Нам повезло, что эти творения авторов «Библиотеки расовой мысли» оказались в поле зрения квалифицированных антропологов и этнологов, пись-

** Расовый смысл русской идеи. М., 2000.

мо которых в редакцию журнала «Природа» было опубликовано под названием «Рецидивы шовинизма и расовой нетерпимости»*. Подписала письмо группа из 14 российских ученых.

Совершенно непонятным остается сочетание названия издательства «Белые альфы» как «Библиотеки расовой мысли», нацеленной на исследование *русской идеи в ее биологическом виде*, и германо-скандинавских мифов об эльфах (альвах). Вот отрывок из энциклопедии «Мифы народов мира»: *Эльфы... в низшей мифологии германских народов духи. Представления об Э. восходят к германо-скандинавским альвам, подобно им Э. иногда делятся на светлых и темных* [1]. Во множестве самых разнообразных произведений авторы подробно рассматривают все аспекты германо-скандинавской мифологии [2]. Как же все-таки следует понимать ее связь с расовыми корнями русской идеи?..

Безусловно, через воинские победы, через величие и разнообразие всяческих символов существенно легче доказывать превосходство идеологии победителей. Но, оказывается, можно и так. Тема рас — полноценных и не очень — действительно производит впечатление вечной. Вот вам и рецепт, как эту болезненную расовую проблему решить простым образом. По мнению авторов «Библиотеки расовой мысли», *эпопею брачного интерблудия* следует пресечь, а тех, кто посмеет *разбрасывать по миру* свои высокие гены, следует, конечно, привлекать...

«Белые альфы» и «Миф XX века» Альфреда Розенберга

Совсем нетрудно протянуть связующие нити от авторов «Библиотеки расовой мысли» к знаменитому Альфреду Розенбергу, интеллектуальному идеологу нацизма, к его основному труду «Миф XX века»**. Эта книга была своеобразной и крайне болезненной реакцией на поражение Германии в Пер-



Германия, г.Вормс, уличная витрина для газет, 1935 г. Надпись сверху гласит: «Вместе со штурмовиком против еврея», а снизу — «Евреи наше несчастье».

вой мировой войне. Первое издание вышло в свет еще в 1930 г., однако за ним последовало еще несколько, так что удалось напечатать и распространить более миллиона экземпляров.

Довольно часто Розенберга именуют главным идеологом гитлеровского нацизма, хотя это не точно. Его книга была слишком сложна для «широких трудящихся масс». В ней автор демонстрировал незаурядную эрудицию и отличное владение искусством изложения собственных мыслей. Массам же несравненно ближе оказалась книга Адольфа Гитлера «Моя борьба» («Mein Kampf»). Кстати, по некоторым сведениям, даже фюрер считал «Миф XX века» совершенно неподходящим для народа и сам книгу эту как будто не осилил. С Гитлером, естественно, соглашались и другие — только более низкого ранга — вожди Третьего рейха. Тем не менее деяния Розенберга были признаны международным Нюрнбергским трибуналом заслуживающими смертной казни, что и свершилось в октябре 1946 г. Сам же Розенберг до конца жизни считал свои откровения абсолютно истинными и оставался в уверенности, что достичь этих высоких истин можно было лишь с помощью крови.

Пожалуй, стоит ограничиться лишь некоторыми выдержками из этого объемного произведения. Итак, что же лежит в основе всего? Ныне *...целое поколение начинает понимать, что только*

* Алексеева Т.И., Балановская Е.В., Балахонова Е.И. и др. Рецидивы шовинизма и расовой нетерпимости. Природа. 2003. №6. С.80–81.

** Rosenberg A. Der Mythos des 20 Jahrhunderts. Eine Wertung der seelisch-geistigen Gestaltenkämpfe unserer Zeit. Hoheneichen; München, 1930.



Памятник жертвам Холокоста на одном из кладбищ Берлина.

там могут быть созданы и сохранены ценности, где еще закон крови определяет идею и деятельность человека, будь это осознанно или неосознанно. <...> Расовая история является поэтому историей природы и мистикой души одновременно, а история религии крови — наоборот, это великое мировое повествование о подъеме и крушении народов, их героев и мыслителей, их изобретателей и художников. <...> И сейчас в сердце и на Севере Европы с мифической силой пробуждается до возвышенного сознания та же расовая идея, которая когда-то была жива в Заратустре. Нордический образ мыслей и нордическое расовое воспитание — так звучит и сегодня лозунг, противопоставляемый сирийской Малой Азии, которая в форме иудаизма и многих формах безрасового универсализма укоренилась в Европе.

Мы и они — эта идея великой и вечной оппозиции неотступно довлеет над Розенбергом. И если для советской России они — это «гносные империалистические формирования» Запада, то для нацизма, безусловно, — всемирный иудаизм в купе с наследием католического Рима, стремящиеся к уничтожению рас (в первую очередь, конечно, нордической германской) и их кровной чистоты.

Чтобы ничто из позднеримских, христианских, египетских или еврейских представлений и ценностей не проникло в душу германского человека и даже

частично не уничтожило его, история вообще должна быть толкованием характера, представлением сущности в борьбе за формирование своего собственного «я», таким образом, мы будем должны отделить германские ценности от всех других, если не хотим выбросить самих себя на свалку истории.

И ведь ничего же нельзя ...изменить в том великом факте, что «характер мировой истории», исходящий с Севера, распространился по всей земле с помощью белокожей и светловолосой расы, которая несколькими мощными волнами определила духовное лицо мира, определила еще и там, где она должна была погибнуть. Эти периоды переселения мы называем: овеянное сказаниями движение жителей Атлантики через Южную Африку; движение арийцев в Персию-Индию, за которыми последовали дорийцы, македонцы, латиняне; движение германских народов; колонизация мира германской Западной Европой. <...> И германская Европа подарила миру самый светлый идеал человечества: учение о ценности характера, как основе всякой цивилизации, с одой высочайшим ценностям нордической сущности, идее свободы, совести и чести...

Нордическая раса должна и может сохранять свое величие, и все здесь зависит от женщины, ведь ...германский миф говорит: в руках и в типе женщины находится дело сохранения расы. От по-

литического гнета любой народ может освободиться, от расового заражения никогда. Если женщины одной расы рожают негритянских или еврейских метисов, то грязный поток негритянского «искусства» беспрепятственно пойдет по Европе дальше, как это происходит сейчас...

Розенберг полагает, что еврейская литература губительна. Вредную литературу при Гитлере активно сжигали. И как тут не вспомнить более чем двухтысячелетней давности законы императора Цинь Шихуан-ди об обязательном сожжении конфуцианской литературы и тяжких наказаниях для тех, кто уклоняется от доносов на хранящих эти книги.

Таковы те нити (нужно сказать, весьма прочные), что связывают авторов «Белой альвы» с Розенбергом. Различия в расовом объекте: у Розенберга — нордический германский, у «Белой альвы» — русский. Методология подхода, по сути, малоразличима. Однако должен заметить, что Розенберг выражал свои мысли гораздо ярче, нежели продолжатели его идей.

Но проблема расизма, конечно, вечная и, судя по всему, неисчерпаемая. И дуэтом «Белой альвы» с Розенбергом здесь не ограничишься. Нетрудно заметить также связь этого дуэта с давними мыслями римского папы Николая V, призывавшего христиан к захвату и порабощению *всех сарацин и язычников*. За этим ведь тоже легко угадывается призыв не разбрасывать кому ни попадя драгоценные гены... За ними следуют размышления Аристотеля или Цицерона. Но, разумеется, все эти сюжеты тонут в бесконечной археологической глубине тысячелетий.

Так выкристаллизовались понятия *мы и они*. Мы затронули ситуацию, когда *мы* — победители, однако весьма возможна и ситуация совершенно иная, когда *мы* проиграли...

И если проиграли: версия скорби

Но ведь даже в таком случае побежденные все равно должны были верить, что они в чем-то (а предпочтительнее — даже в основе) все же выше победителей. Просто где-то и как-то неуклюже согрешили, не угодили своему Верховному Властителю, потому и проиграли. Именно так чаще всего и звучали, скажем, покаяния христиан при объяснении постигших их бедствий и несчастий. И если не удавалось преодолеть веры в нечто произошедшее случайно, без злого умысла, то скорбь финала могла выглядеть буквально сокрушительной, и это выражали, например, в 1524 г. ацтекские мудрецы в беседе с испанскими миссионерами-победителями: *Вы говорите, что мы не знаем Владыку всего, Творца небес и земли. Вы говорите, что наши боги — ложные боги. Такие странные слова, что вы говорите. Мы*

взволнованы ими. Мы обеспокоены ими. Ибо наши предки, те, что были здесь, те, что жили на этой земле, не говорили так. Они давали нам свои жизненные заповеди, они содержали нас в правде, они воздавали почести и поклонялись богам. Они внушали все формы благоговения, все пути почитания богов... Но если, как вы говорите нам, что наши боги теперь мертвы, пусть мы теперь умрем, пусть мы теперь погибнем, ибо теперь наши боги мертвы... [3].

Таким образом, и ацтеков — наследников великих цивилизаций Центральной и Южной Америки — победители опустили в разряд *они* — по сути, причислили к расам неполноценным, побежденным. Так победители доказывали неодолимую мощь своей идеологии. Однако такой вариант встречается много реже иного, скажем, *боевитого...*

И если проиграли: версия отпора

Даже в проигрыше *они* желают возвысить себя до статуса *мы*. И здесь наиболее вероятны два варианта реакции. Первый из них назовем *материальным*, когда болезненные расистские конструкции порождают, например, такие ответы: *«Мы должны потребовать от белых компенсации за колонизацию и геноцид, которые они устроили на нашей земле», — так заявил «ливийский лидер» Муамар Каддафи 22 апреля 2001 г. на форуме в Триполи. Он призвал Африку избавиться от культурного наследия белых людей: «Их языки и традиции не могут выразить наши чувства и мысли, поэтому мы должны говорить только на языках наших предков». Он напомнил об опыте Ливии, которая в конце 60-х годов добилась изгнания более 20 тыс. белых, в основном итальянцев. В российских газетах сообщения о речи Каддафи выходили под заголовком: «Африка — только для черных». Но ведь говорил об этом не «черный», а араб.*

В США Луис Фаррахан, который считает себя лидером афроамериканского населения, требует вместе со знаменитой для советских борцов за мир Анжелой Дэвис выплаты репараций афроамериканцам за то, что их предки были в рабстве. В Америке должно быть создано отдельное собственное государство, где «...наши бывшие рабовладельцы обязаны предоставить нам территорию... она должна быть плодородной и богатой полезными ископаемыми. Мы считаем, что наши бывшие рабовладельцы обязаны на этой территории обеспечивать наши нужды в течение следующих 20–25 лет, пока мы не сумеем сами производить все необходимое» [4].

А вот и второй вариант реакции на расизм — назовем его *духовным*. Дешифровка его проведена, например, по материалам тщательных социологических опросов большого числа просвещенных афроамериканцев, живущих в США и завершивших, как правило, учебные курсы вплоть до универси-

тетских. Совокупно выраженные ими взгляды ныне не объединяются в понятие *афроцентризма*. Идейным вождем этого направления стал афроамериканец Молефи Кете Асанте (род. 1942), профессор кафедры американо-африканских отношений Темпльского университета в Филадельфии [5]. Представим вкратце важнейшие африканоцентристские мысли Асанте, выраженные как в его работах, так и в высказываниях многочисленных приверженцев его взглядов: *Черная Африка не только породила египетскую и еще более древнюю нубийскую, а следовательно, всю мировую цивилизацию, но и является центром всемирной истории, из которой с древних времен исходили все культурные импульсы, достигавшие разных концов света, включая доколумбову Америку; черные люди создали великую африканскую цивилизацию, включавшую в себя и Египет, а белые позднее украли у черных все знания; африканцами были Авраам, Моисей, Адам, Ной, царь Соломон и царица Савская, Нефертити, Иисус Христос, пророк Махаммед; африканцы изобрели арифметику, алгебру, тригонометрию, построили египетские пирамиды, стали первыми монотеистами, провели первую нейрохирургическую операцию, создали механизм, работающий на солнечной энергии* [6, с.62–63].

Из расизма в шовинизм

За рамками наших рассуждений осталась разновидность расизма — шовинизм. Для России эта проблема кажется весьма болезненной и очень давней. Любая империя создается победами. Этнос победителей немедленно и непременно признается в ней заглавным, а культура этноса-победителя абсолютной. Победители получают право величать себя *мы*, а побежденные этносы параллельно опускаются в лагерь *они*, то есть к этносам второ- и даже третьеразрядным.

Для христианства одной из самых сложных тем всегда был антисемитизм. Корни и христианства, и ислама лежат в иудаизме, отчего их и объединяют в авраамическую триаду. Признавая это, приверженцы христианства, например, непростительным грехом иудеев считают распятие Христа, хотя казнь его производили все-таки римские палачи, а не иудеи. Но дело заключалось не в этом: даже признавая Библию в качестве заповедного слова верховного божества — Бога Отца, христианство все же было своеобразной ересью по отношению к исходному учению. Ну никак с позиции иудейских мудрецов не смотрелась на высшем божественном подиуме фигура Бога Сына, да еще в присутствии не очень понятного Святого Духа. К тому же и сын, и дух провозглашались равнозначными Всевышнему, или же, по христианскому толкованию, Богу Отцу. Конечно же, иудаизм это понимал как ересь.

Печаль заключалась в том, что евреям никак не удавалось за две с лишним тысячи лет сформировать великое государство, чтобы прочно ощущать себя в лагере *мы*. Иудеи всегда оказывались среди не очень-то презентабельных групп *они*, и это было чрезвычайно огорчительно. Свой незаурядный интеллект и связанные с ним разнообразные деловые способности многим из них удавалось проявлять в финансах, в науке. Это вызывало гнев со стороны *мы*, и новая волна ненависти вздымалась как по заказу. Чаше всего именно евреев признавали источниками всяческих бедствий и неудач культур *мы*. Скажем, почти все крестовые походы начинались с погромов еврейских кварталов в Европе, поскольку именно иудеи были повинны в распятии Христа на Святой земле. А земля эта потом перешла к неверным, поэтому нужно было ее освободить, проливая собственную кровь.

Но давайте все-таки перенесемся еще ближе к нашим реалиям — к российскому антисемитизму. Кратко коснемся его отражения в гуманитарных науках. Очень много внимания этой болезненной проблеме уделил, например, в ряде своих книг известный российский ученый В.А.Шнирельман [7, 8]. К числу самых активных проводников феномена антисемитизма относился также известный российский ученый Л.Н.Гумилев (1912–1992), который во многих своих книгах и статьях выражал эти идеи весьма ярким языком*. Одним из наиболее примечательных проявлений феномена омерзительных воздействий евреев на раннюю историю русского народа он видел в истории Хазарского каганата, когда в качестве ведущей религии там был принят иудаизм. *Исходным моментом рассуждений Гумилева стал тот факт, что в I тыс. н.э. на огромных пространствах от Германии до Ирана существовал в состоянии диаспоры еврейский «суперэтнос» — Гумилев называл его блуждающим... Везде, где только можно, он делал ударение на враждебности иудаизма христианству и на участии евреев в гонениях на ранних христиан* [7, с.67].

Оказалось, что в Хазарском каганате сами хазары были *...угнетенным меньшинством... где все мыслимые и немыслимые блага доставались еврейским правителям и торговцам... Автор пытался всеми силами подчеркнуть вероломство иудео-хазар, которые будто бы натравливали руссов на Византию, Закавказье и Персию, а на обратном пути истребляли их и забирали добычу. <...> Этими кознями... целенаправленно ослабляли Русь, чтобы прибрать ее к рукам* [7, с.68, 69].

К глубокому сожалению, так же как и в истории о «Белых альбах», нам вновь не дают покоя

* «Этногенез и биосфера Земли» (Л., 1989), «Древняя Русь и Великая Степь» (М., 1989), «Этносфера: История людей и история природы» (М., 1993).

гумилевские параллели в творчестве того же Розенберга. Причем параллелей этих и здесь избыток невероятный, но мы ограничимся немногими: ...От паразитической мечты о мировом господстве евреев тоже исходит необычайная сила — хоть и разрушающая. Ее в течение последних трех тысячелетий нес вперед черный маг политики и экономики. Поток этих инстинктивных сил золота часто ненасытно возрастал. «Отказавшись от любви», дети Якова трудились над золотыми сетями для связывания великодушных, терпимо мыслящих или ослабевших народов. <...> Там, где на теле нации появляется рана, в больное место всегда взрывается еврейский демон и пользуется как паразит часами слабости великих мира сего. В его помыслы не входит героическое завоевание государства, сильным своей мечтой паразитом руководит мысль заставить мир «приносить ему доход». Добиться не в споре, а нечестным путем; не служить ценностям, а пользоваться обесцениванием, так гласит его закон, по которому он действует и от которого он никогда не отойдет, пока существует. <...> Если заглянуть в самую глубину этого признания и изу-

чить некоторые внезапно появившиеся высказывания, то результат везде будет один — паразитизм. Это понятие должно здесь пониматься пока не как оценка, а как характеристика относящегося к жизненному закону (биологическому) факта, точно так, как мы говорим о паразитических явлениях в жизни растений и животных. Когда мешкогрудый рачок вонзается в зад карманного рака и постепенно врастает в него, высасывая из него последнюю жизненную силу, то аналогичный процесс происходит, когда еврей через открытую рану народа проникает в общество, пожирает его расовую и творческую силу, пока оно не погибнет.

Розенберг издал свою книгу в 1930 г., Гумилев вступил на его стезю почти шестью десятилетиями позднее. Мне трудно сказать — удалось ли ему прочесть «Миф XX века». Однако изложенные им мысли оказались весьма созвучны «мифическим».

И вновь повторим, что, к глубочайшему сожалению, обсуждать тему антисемитизма в России можно также до бесконечности и при этом без какой-либо надежды на позитивный исход. Поэтому автор и предпочитает ограничиться сказанным. ■

Литература / References

1. Мифы народов мира. М., 1982; 2. [Myths of the Peoples of the World. M., 1982; 2. (In Russ.)]
2. Dumézil G. Gods of the Ancient Northmen. Berkeley; Los Angeles; L., 1973.
3. Леон-Портилья М. Мифология древней Мексики. Мифологии древнего мира. М., 1977; 432–454. [Leon-Portilla M. Mythology of ancient Mexico. Mythology of the Ancient World. Moscow, 1977; 432–454. (In Russ.)]
4. Давидсон А.Б. Антирасистский расизм? Новая и новейшая истории. 2002; 2. [Davidson A.B. Anti-racist racism? New and recent history. 2002; 2. (In Russ.)]
5. Asante M.K. An Afrocentric Manifesto: toward an African renaissance. Cambridge; Malden, 2007.
6. Бондаренко Д.М. Оттенки черного. Культурно-антропологические аспекты взаимовосприятия и взаимоотношений африкано-американцев и мигрантов из стран субсахарской Африки в США. М., 2016. [Bondarenko D.M. Cultural-Anthropological Aspects of Mutual Perceptions and Relations between African Americans and African Migrants in the U.S.A. Moscow, 2016. (In Russ.)]
7. Шнирельман В.А. Хазарский миф: идеология политического радикализма в России и ее истоки. М.; Иерусалим, 2012. [Shnirelman V.A. The myth of the Khazars: Ideology of Political Radicalism in Russia and its Roots. Moscow; Jerusalem, 2012. (In Russ.)]
8. Шнирельман В. Колено Даново: эсхатология и антисемитизм в современной России. М., 2017. [Shnirelman V. The Tribe of Danov: Eschatology and Anti-Semitism in modern Russia. Moscow, 2017. (In Russ.)]

Homo Cultures in the Estimates of the Universe and the Archetypes of Mentality

E.N.Chernykh

Institute of Archaeology, RAS (Moscow, Russia)

This paper continues the discussion on psychological aspects of the existence of all *Homo* cultures from the original *Homo erectus* up to the modern *Homo sapiens*. The main focus is on the plots associated, in fact, with the eternal and inclusive psychological phenomena: we and they, narcissism (self-love) and, finally, the syndrome of like-mindedness. All of them are closely interconnected, intertwined, and in reality archetypes of mentality can be seen in them. Their real and powerful impact on the character and image of any *Homo* culture seems fairly obvious.

Keywords: rhythms of development of cultures, syndrome of like-mindedness, narcissism, racism, chauvinism.

Расцвет и закат гетероспоровых плауновидных

доктор геолого-минералогических наук С.В.Наугольных

Геологический институт РАН (Москва, Россия)

e-mail: naugolnykh@list.ru



Selaginella — современное гетероспоровое плауновидное.

Здесь и далее фото автора

Находка ископаемых остатков растения садовниковия в Пермской обл. и переизучение некоторых ранее найденных форм (таких, как томиостробус, вячеславия и сигнаулярия) позволили по-новому представить пермский этап в эволюции гетероспоровых плауновидных. Поздний палеозой можно считать периодом расцвета этой группы растений. В пермском периоде появились два семейства гетероспоровых плауновидных — плевромейевые и изозтовые, одно из которых (плевромейевые), испытав расцвет в триасовом периоде, вымерло, а второе дожило до современности и стало классическим примером «живых ископаемых».

Ключевые слова: плауновидные, эволюция, пермский период, триасовый период, «живые ископаемые».

Плауновидные — очень интересная группа растений, стоящая несколько особняком в современном растительном мире. Их рассматривают как один из типичных примеров «живых ископаемых», т.е. организмов сохранившихся с далекого прошлого до современности.

В большинстве наиболее авторитетных ботанических руководств плауновидные рассматриваются в качестве самостоятельного отдела *Lycopodiophyta*. К этой группе растений в современном мире относятся вечнозеленые травянистые или полукустарниковые формы. В минувшие геологические эпохи, в особенности в позднем палеозое, среди плауновидных было много крупных древовидных растений, но об этом чуть позже. Листья плауновидных (филлоиды*) простые, с единственной средней жилкой, а спорофиллы (фертильные «листья» со спорангиями) собраны в стробилы, или фертильные зоны. Для плауновидных, как и для многих других растений, характерно чередование поколений: с гаплоидным (гаметофиты) и с диплоидным набором хромосом (спорофиты). Гаметофиты плауновидных довольно разнообразны. Они могут быть однополыми или обоеполыми, способны произрастать в почве или прямо на поверхности субстрата. Мужские гаметофиты продуцируют спермии, которые после оплодотворения женского гаметофита дают начало спорофиту — крупному растению, продуцирующему спорангии и, соответственно, споры.

У гомоспоровых плауновидных споры примерно одинакового размера и формы. У гетероспоровых плауновидных споры двух разных типов — мелкие (микроспоры; со средним диаметром около 30–50 мкм) и крупные (мегаспоры, со средним диаметром около 400–600 мкм). Из микроспор после их попадания в субстрат образуются мужские

гаметофиты, а из мегаспор — женские. Таким образом, споры, прорастая, в свою очередь дают начало следующему поколению гаметофитов. Циклы повторяются, сменяя друг друга. Свою геологическую историю плауновидные ведут с позднего силура, т.е. это одна из древнейших групп высших растений**.

Рассказ о необычной и в чем-то даже поучительной истории расцвета и заката гетероспоровых плауновидных хочется начать со следующего. Эти незаметные растения сопровождают нас практически постоянно — и в дни радостей, и в дни лишений. Так, на полях Великой Отечественной в качестве подсушивающей присыпки на раны использовали споры плауна ликоподиума.

Среди современной растительности плауновидные занимают весьма скромное положение. Они представлены несколькими родами, к которым относятся исключительно небольшие травянистые или полукустарничковые формы. Роды распределены по двум большим группам, таксономический статус которых разными ботаниками

** Плауноводные // Биологический энциклопедический словарь / Гл. ред. М.С.Гиляров. М., 1989. С.478.



Современные гомоспоровые плауновидные *Lycopodium annotinum*: заросли и отдельное растение. Здесь и далее длина масштабной линейки 1 см.

* Филлоид — стерильный лист плауновидного или мохообразного, образованный выростами поверхностных тканей.

понимается несколько по-разному. По моему твердому убеждению, эти группы должны иметь ранг никак не ниже класса, хотя обе они (и, соответственно, оба этих класса) принадлежат к одному отделу плауновидных.

К первому классу (*Lycopodiopsida*) относятся гомоспоровые (иначе говоря, равноспоровые, или изоспоровые) плауновидные, со спорами примерно одинаковой формы и размера. Ко второму классу (*Isoetopsida*) относятся гетероспоровые (или разноспоровые) плауновидные, у которых есть как маленькие споры (они созревают в микроспорангиях), так и крупные (они созревают в мегаспорангиях). При этом форма и размер самих микро- и мегаспорангиев могут практически не различаться.

Из гомоспоровых плауновидных в первую очередь надо назвать известный всем любителям ботаники род лycopодиум (*Lycopodium*) и близкие ему роды *Huperzia* и *Diphasiastrum*, самостоятельность которых признается не всеми ботаниками.



Современное гетероспоровое плауновидное *Isoetes lacustris*.

Из гетероспоровых плауновидных до современности дожили настоящие «живые ископаемые» — шильник, или полушник-изоэте (*Isoetes*), который встречается и в России, а также стилитес (*Stylites*), обнаруженный сравнительно недавно в Южной Америке, в Андах, где он произрастает на хорошо увлажняемых высокогорных альпийских лугах. Кроме этого, к гетероспоровым относится селлагинелла (*Selaginella*), внешне напоминающая лycopодиум. Но спорангии у селлагинеллы, как правило, собраны не в терминальный стробил*, а в фертильную зону с активной апикальной меристемой**, т.е. со способностью побега пролиферировать, расти дальше над фертильной зоной после созревания спор. Для всех гетероспоровых плауновидных характерна одна важная особенность. У них есть язычок, или лигула — специальный орган, расположенный либо в пазухе филлоида, либо дистальнее*** спорангия на адаксиальной стороне (т.е. обращенной к оси побега) спорофилла.

Перечисленными выше растениями практически исчерпывается разнообразие современных плауновидных. При этом подавляющее большинство ныне живущих представителей этой некогда процветавшей группы относится к гомоспоровым плауновидным семейства *Lycopodiaceae*. Гетероспоровые плауновидные гораздо менее заметны и не столь многочисленны.

Заглянем в прошлое

Однако в минувшие геологические эпохи ситуация была обратной. В растительности позднего палеозоя и раннего мезозоя доминировали гетероспоровые плауновидные, и представлены они были преимущественно не травянистыми, а древовидными формами. Именно к этой группе принадлежали гигантские лепидодендроны, сигиллярии и ботродендроны, произраставшие на Земле в каменноугольном периоде и образующие знаменитые леса карбона, остатки которых в виде каменного угля так помогли человечеству на пути технологического прогресса. Лепидодендроны и их родственники представляли собой огромные деревья высотой до 30 м, а иногда и более, с широкой раскидистой кроной. Мне довелось видеть гигантский окаменелый пень лепидодендрона, хранящийся в музее г.Оснабрюке (Северный Рейн — Вестфалия, Германия). Диаметр пня почти 2 м! От

* Терминальный стробил — компактное собрание (стробил или шишка) спорофиллов, расположенное на конце побега.

** Апикальная меристема — зона роста, расположенная на верхушке побега.

*** Дистальное положение — расположение части какого-либо органа в отдалении от основания этого органа; дословно — «дальнее» положение.

пня в стороны расходились ризофоры — корневые поддержки (не корни!), к которым прикреплялись длинные и тонкие цилиндрические аппендиксы, которые и были настоящими корнями лепидодендронов и их родственников. Ризофоры лепидодендронов и сигиллярий относятся к особому формальному роду стигмария (*Stigmaria*). Здесь уместно добавить, что в силу специфики палеоботаники различные органы одного и того же растения нередко относят к разным формальным родам*.

В России также известны весьма представительные местонахождения ископаемых остатков гигантских древовидных каменноугольных плауновидных. Из наиболее знаменитых можно назвать обнажения песчаников и алевролитов с углистыми прослоями, расположенные по берегам р.Северский Донец в Ростовской обл. Здесь встречаются стволы лепидодендронов (а также их листья и стробилы) вместе с многочисленными ископаемыми остатками других растений, свидетельствующими о буйстве жизни в каменноугольных лесах и болотах. Именно подобные растительные остатки и послужили материнским веществом для каменных углей Донбасса.

Во время Великой Отечественной войны, когда Донбасс был оккупирован, уголь в топки наших бронепоездов поступал с Урала, из Кизеловского угольного бассейна. Здесь, так же как и в Донбассе, в мощных слоях песчаников, содержащих угольные пласты, можно найти фрагменты коры и даже целые стволы лепидодендронов. Последние исследования показали, что каменноугольные отложения Кизеловского бассейна могут дать еще много интересных палеоботанических находок [1].

И, что наверняка удивит многих читателей, остатки древовидных плауновидных каменноугольного периода можно найти совсем недалеко от Москвы — в Тверской, Тульской и Калужской областях. Более того, крупный стробил гетероспорового древовидного плауновидного, отнесенный к новому роду и виду *Moscvoostrobus mirabilis*, был найден в пределах Московской обл., в карьере неподалеку от г.Серпухова [2].

Таким образом, тема гетероспоровых плауновидных тесно сопрягается с насущными нуждами человечества, пусть даже и не всегда явным образом.

Если обратиться к учебникам ботаники, причем не только к школьным, но и к вузовским, то в них мы найдем обобщенное описание эволюции плауновидных, согласно которому когда-то эти растения были большими, а потом постепенно, за счет общей соматической редукции, стали уменьшаться в размерах, чуть ли не деградиро-

вать. И в итоге эволюции превратились в современные маленькие плауны. По сути своей эта картина очень упрощена, более того, она даже неверна. Эволюционная история представляется иной, особенно если оценивать ее, анализируя конкретные палеоботанические факты.

Что выяснилось

Впервые всерьез проблемой эволюции гетероспоровых плауновидных занялся немецкий палеоботаник К.Мэгдефрау [3, 4]. Именно его концепция широко вошла в палеоботаническую литературу. Исследователь считал, что от каменноугольных гетероспоровых плауновидных (в частности, от рода сигиллярия) вследствие постепенной редукции в ходе эволюции произошли плевромейевые (семейство *Pleuromeiaceae* с типовым родом *Pleuromeia*), т.е. гетероспоровые плауновидные, широко распространившиеся практически по всей Земле в начале триасового периода. Плевромейевые, в отличие от своих каменноугольных предков, уже не были такими большими растениями. Их побеги не ветвились. На верхушке побега располагался единственный стробил (у некоторых видов он обладал пролиферацией** и, таким образом, представлял собой фертильную зону***). Не было у плевромейевых и широко ветвящихся стигмариоподобных ризофоров. Вместо них развивался похожий на якорь клубневидный ризофор, иногда рассеченный на продольные лопасти. По мнению Мэгдефрау, плевромейевые, в свою очередь, тоже испытали общую редукцию, и к началу мелового периода они превратились в формы с укороченными (высотой до 20 см) побегами, как у представителей рода натгорстиана (*Nathorstiana*), описанного в 1932 г. Мэгдефрау из нижнемеловых отложений Германии, которые обнажаются в местечке Кведлинбург в Гарце. Мэгдефрау предположил, что морфотип натгорстианы в процессе дальнейшей эволюции испытал редукцию и дал план строения современных шильников. У этих современных растений побеги укороченные. По существу, они превращены в запасающий орган с небольшим расширением в основании, напоминающим ризофор плевромейи и натгорстианы. Но иногда побег изоэтея ветвится, а в исключительных случаях ветвится даже повторно, что может быть истолковано как атавистический признак — повторение строения ветвящихся крон гигантских каменноугольных плауновидных [5].

** Пролиферация — разрастание тканей в организме; в морфогенезе побега — прорастание побега выше стробила или фертильной зоны.

*** Фертильная зона — собрание спорофиллов, выше которого располагается нормальный вегетативный побег с листьями.

* Мейен С.В. Из истории растительных династий. М., 1971; Он же. Следы трав индейских. М., 1981.

Такой построенный им эволюционный ряд — от гигантских каменноугольных лепидодендронов до современного шильника, — выразившийся в перманентной соматической редукции спорофита этих растений, выглядел очень логично и был подтвержден хорошо задокументированными палеоботаническими находками.

Однако по мере появления новых данных филогенетическая схема, предложенная Мэгдфрау, начала меняться. Так часто бывает и в палеоботанике, и в других науках, когда новые факты вступают в противоречие с общепринятыми концепциями.

На Урале, а именно, в Суксунском р-не Пермского края, на левом берегу живописной р.Сылвы располагается широко известное среди палеонтологов и стратиграфов местонахождение Чекарда. Оно знаменито тем, что здесь встречаются ископаемые остатки растений и насекомых раннепермского возраста, причем окаменелости отличаются просто изумительной, уникальной сохранностью [6, 7].

Мне тоже выпало счастье принять участие в изучении и описании палеонтологических сокровищ Чекарды. В плитчатых алевролитах, аргиллитах и мергелях сохранились практически все основные представители растительного мира пермского периода, характерные для флор Северного полушария.

Среди остатков растений, собранных в этом местонахождении, обнаружился один очень странный и необычный отпечаток. Как выяснилось в процессе изучения, это спорофилл плауновидно-

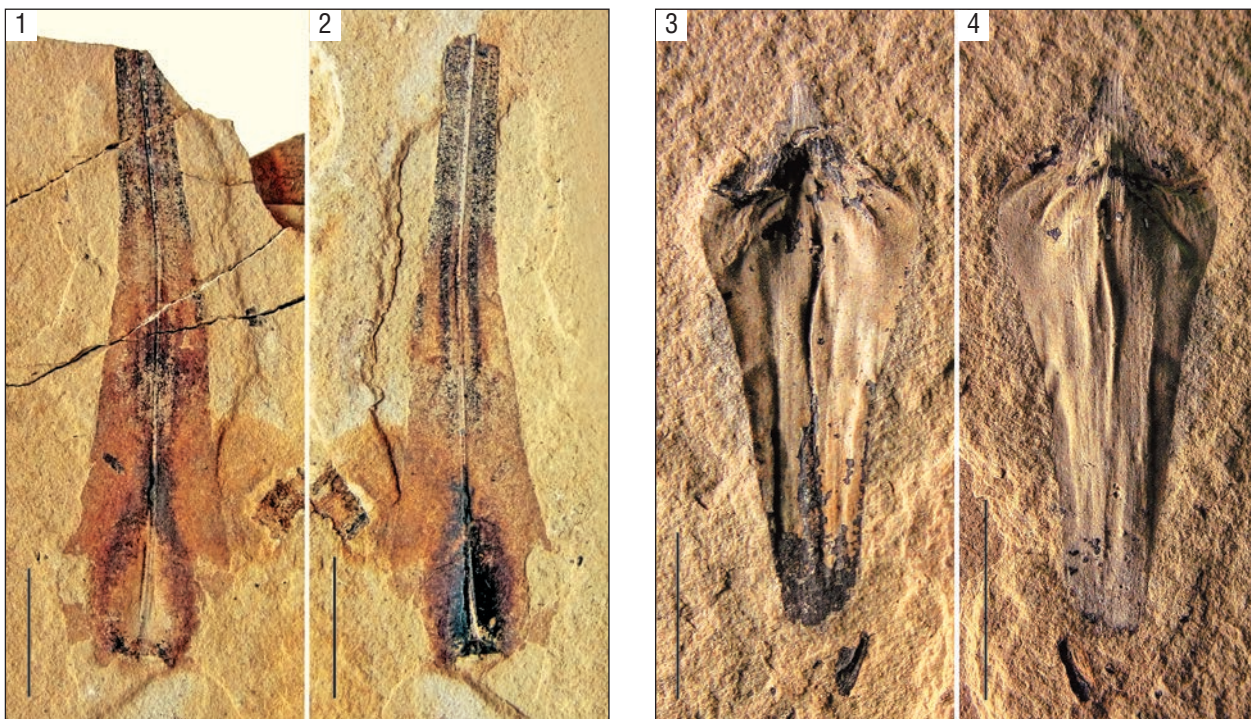
го, но его морфология была совершенно нетипичной для палеозойских представителей данной группы. Он не был похож на спорофиллы лепидодендронов и сигиллярий, но в гораздо большей степени напоминал спорофиллы плевромейевых.

Однако в ранней перми (а отложения именно такого возраста, как уже было отмечено, обнажаются в Чекарде) никаких плевромейевых, по существовавшим на тот момент представлениям, быть не должно.

Это новое растение было описано в качестве нового рода и вида *Sadovnikovia belemnoides**. В первоописании садовниковия отнесена к семейству Plegomeiaceae. Первоначально весь материал, положенный в основу описания данного растения, ограничивался единственным спорофиллом, а также двумя фрагментами коры, предположительно принадлежавшими тому же материнскому растению, а также несколькими филлоидами из тех же отложений [8].

Несмотря на то что садовниковию вполне правомерно отнесли к семейству плевромейевых, в ее строении было много черт, позволяющих сблизить ее и с семейством изоэтовых, или полушни-

* Родовое название было дано по имени известного российского палеоботаника Г.Н.Садовникова, посвятившего ряд своих работ систематике и морфологии гетероспоровых плауновидных. Видовой эпитет образован от древнегреческого слова *belemnion* — стрела, поскольку морфология спорофилла напоминала очертания наконечника античной стрелы.



Ископаемые остатки садовниковии *Sadovnikovia belemnoides* из нижнепермских (кунгурский ярус) отложений Приуралья: 1, 2 — голотип, 3 и 4 — отпечаток и противоотпечаток спорофилла из апикальной части побега.

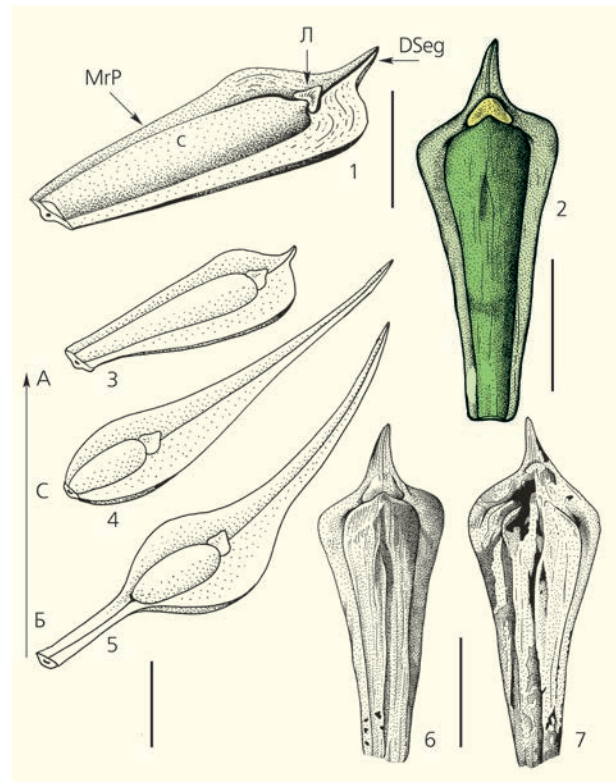
ковых (Isoetaceae). Более того, у садовниковии наблюдалось такое сочетание признаков, что этот род можно в равной степени отнести и к семейству плевромейевых, и к семейству изоэтовых. Садовниковии были относительно небольшими растениями, спорофиллы которых по спирали прикреплялись к относительно короткой центральной оси. В самой нижней части побега могли располагаться стерильные листья — филлоиды.

Таким образом, плевромейевые (считая садовниковию их представителем) появились по меньшей мере за 30 млн лет до момента, когда это событие должно было произойти, согласно представлениям Мэгдефрау. И более того, присутствие в строении садовниковии отчетливых черт строения шильника (изоэтеса) указывало на то, что новый род мог быть общим предком и плевромейевых, и изоэтовых, что в корне подрывало концепцию немецкого палеоботаника. Получилось, что предполагавшаяся филогенетическая последовательность в эволюции гетероспоровых плауновидных нарушалась очень существенно. Растения, которым по схеме Мэгдефрау полагалось произрастать на Земле лишь в мезозое, вполне хорошо чувствовали себя в первой половине пермского периода в Приуралье.

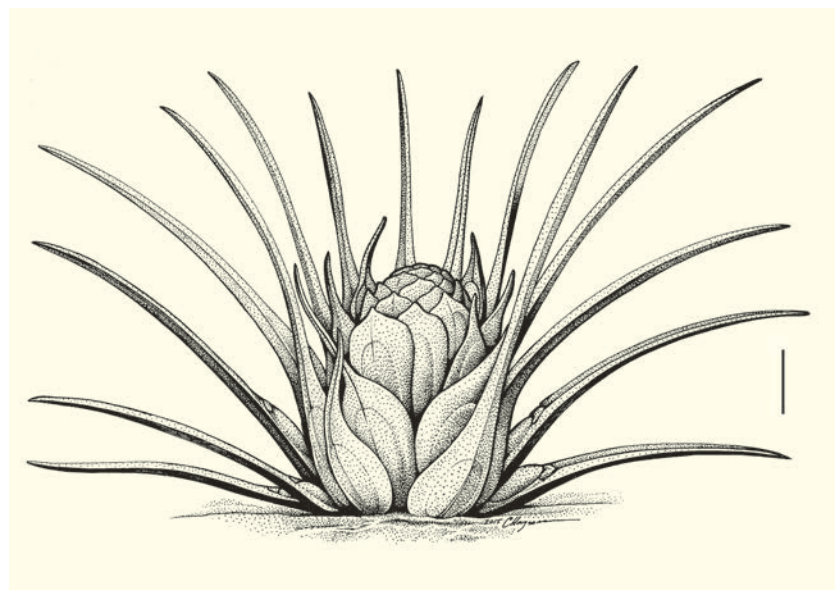
Но на этом сложности в систематике гетероспоровых плауновидных не закончились. находка садовниковии в Чекарде позволила взглянуть по-новому на некоторые ранее найденные растения. Одним из таких растений был томиостробус. Расскажу о нем поподробнее.

В середине прошлого века из нижнетриасовых отложений Сибири было описано интересное растение, названное *Tomiostrubus radiatus*. Первоначально его отнесли к араукариевым, но после детального изучения выяснилось, что это спорофиллы гетероспорового плауновидного (подробнее см.: [9]). Таким образом, в филогенетическом ряду от палеозойских гетероспоровых плауновидных к современному шильнику появился еще один элемент.

Первые материалы по томиостробусу были относительно малочисленными, но новые массовые сборы спорофиллов этого растения позволили предложить реконструкцию томиостробуса [10]. Согласно ей, триасовый томиостробус выглядел гораздо более похожим на современный изоэтес, чем ранне-меловая натгорстиана. Эти данные косвенно подтверждаются сведениями и о других триасо-



Интерпретация морфологии садовниковии *Sadovnikovia belemnoides*: 1 — строение спорофилла, вид сбоку (обозначены: DSeg — дистальный сегмент, апекс спорофилла, Л — лигула; MrP — краевая часть пластинки спорофилла, с — спорангий); 2 — реконструкция спорофилла; 3 — спорофилл из апикальной части побега (А — апикальная часть); 4 — спорофилл из средней части побега (С — средняя часть); 5 — спорофилл из базальной части побега (Б — базальная часть), стрелкой отмечено направление к верхушке побега; 6, 7 — прорисовки отпечатка и противоотпечатка спорофилла из апикальной части побега.



Реконструкция садовниковии *Sadovnikovia belemnoides*.



Реконструкция садовниковии. Часть спорофиллов удалена, показано продольное сечение побега.

вых гетероспоровых плауновидных, родственных современному шильнику или даже непосредственно отнесенных к роду *Isoetes* [11, 12].

Таким образом, общая концепция эволюции гетероспоровых плауновидных поменялась очень существенно. Выяснилось, что уже в раннем триасе существовали настоящие представители семейства изоэтовых, а в раннепермскую эпоху в Приуралье произрастали плауновидные (*Sadovnikovia*), которых можно рассматривать как переходную форму от семейства плевромейевых к семейству изоэтовых, или форму, находящуюся в основании дивергентного события, ведущего к изоэтовым и плевромейевым.

Теперь нам остается поискать новых представителей семейства плевромейевых из пермских отложений. Некоторые из них нам уже известны. Это роды *Viatcheslavia* и *Signacularia*. Но похоже, что есть и более древние представители плевромейевых. Эти находки еще находятся в стадии изучения, которое позволит пролить новый свет на филогенетическую историю гетероспоровых плауновидных.

* * *

В геологической истории таксонов ранга семейства (и отчасти более высоких) ученые часто имеют дело с уже достаточно хорошо обособленными группами, причем даже в тех случаях, когда их близкое родство совершенно очевидно.

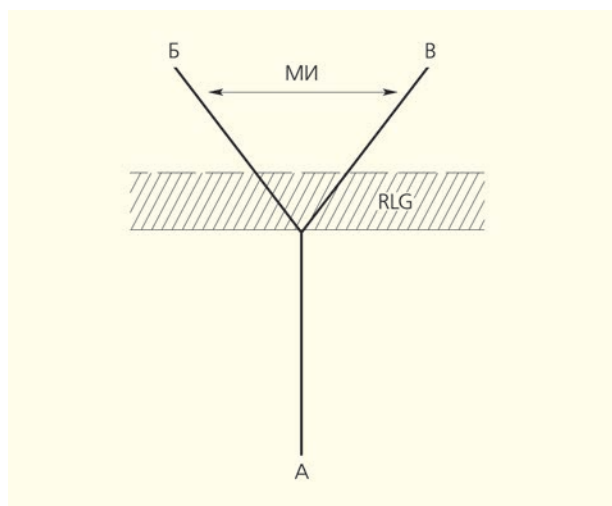
После дивергентного расхождения такие семейства уже прошли значительный эволюционный путь, и они разделены широким и хорошо читающимся таксономическим/морфологическим интервалом. Однако совершенно очевидно, что в условный момент дивергентного события мор-

фологический интервал между сестринскими семействами был незначительным. Вполне можно допустить, что признаки новых семейств проявлялись в разных родах мозаически, в разных сочетаниях, с разной частотой и последовательностью. Более того, очевидно, что в генотипе двух новых семейств (т.е., в контексте вышеизложенного, плевромейевых и изоэтовых) сохранялись гены предкового семейства, которые могли оставаться в латентном состоянии и, будучи рецессивными признаками, никак не проявляться долгое время, но затем вновь так или иначе отразиться в фенотипе.

Подобная плохо читаемая в палеонтологической летописи информация может сильно ос-

ложнять интерпретацию, особенно при анализе непосредственной окрестности дивергентного события. В таких сложных случаях палеонтологи нередко прибегают к таксономическим приемам, страхующим от ошибок. Создается условная или параллельная «паратаксономия» для упорядочивания морфологически сходных форм, степень естественного родства которых неясна или неочевидна.

В случае с семействами *Pleuromeiaceae* и *Isoetaceae* эта проблема стоит не столь остро, хотя самые древние предковые формы обоих семейств очень сходны друг с другом, а на фрагментарных остатках подчас и неразличимы.



Предполагаемая схема происхождения семейств *Pleuromeiaceae* (Б) и *Isoetaceae* (Б) от гипотетической предковой группы (А). RLG (recapitulation of latent genes, англ.) — рекапитуляция латентных генов, унаследованных плевромейевыми и изоэтовыми от общего предка. МИ — морфологический интервал.

Какие любопытные палеоботанические выводы можно сделать из всего вышеизложенного? Прежде всего, благодаря новым находкам удалось установить, что семейство изозтовых появилось не позднее раннетриасовой эпохи. Вероятно, изозтовые существовали и значительно раньше, в середине пермского периода. Именно в то время в Приуралье

произрастал возможный общий предок изозтовых и плевромейевых — садовниковия. Но пока нельзя считать позднепалеозойскую историю гетероспоровых плауновидных полностью расшифрованной. Возможно, новые находки помогут прочесть неизвестные нам страницы геологической летописи эволюции этих интересных растений. ■

Работа выполнена в рамках темы госзадания №0135-2019-0044 «Фитостратиграфия, палеофлористика, кризисные события кайнозоя, мезозоя и палеозоя различных регионов Евразии, палеоклиматические, палеофитоценоотические и палеофитогеографические реконструкции» Геологического института РАН, а также за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

Литература / References

1. *Наугольных С.В.* Первая находка лианоподобного птеридосперма в нижнем карбоне Урала. Природа. 2018; 3: 87–88. [*Naugolnykh S.V.* A first find of the liana-like pteridosperm in the Lower Carboniferous of the Urals. Priroda. 2018; 3: 87–88. (In Russ.).]
2. *Naugolnykh S.V., Orlova O.A.* *Moscvostrubus* — a new genus of Carboniferous lycopods from the Moscow region (Russia). *The Palaeobotanist*. 2006; 55: 1–14.
3. *Mägdefrau K.* Über *Nathorstiana*, eine Isoëtaceae aus dem Neokom von Quedlinburg am Harz. Beihefte zum botanischen Centralblatt. 1932; 49(II): 706–718.
4. *Mägdefrau K.* Paläobiologie der Pflanzen. Jena, 1956.
5. *Тактаджян А.Л.* Высшие растения. I: От псилофитовых до хвойных. М.; Л., 1956. [*Takhtadjan A.L.* Higher Plants. I: From psilophytes to conifers. Moscow; Leningrad, 1956. (In Russ.).]
6. *Пономарева Г.Ю., Новокшионов В.Г., Наугольных С.В.* Чекарда — местонахождение пермских ископаемых растений и насекомых. Пермь, 1998. [*Ponomareva G.Ju., Novokshonov V.G., Naugolnykh S.V.* Chekarda — a locality of the Permian fossil plants and insects. Perm, 1998. (In Russ.).]
7. *Жужгова Л.В., Пономарева Г.Ю., Аристов Д.С., Наугольных С.В.* Чекарда — местонахождение пермских ископаемых насекомых и растений: Монография по геологии, палеоэнтомологии и палеоботанике Чекарды. Пермь, 2015. [*Zhuzhgova L.V., Ponomareva G.Ju., Aristov D.S., Naugolnykh S.V.* Chekarda — a locality of the Permian fossil insects and plants: The monograph on Geology, Paleontomology and Paleobotany of Chekarda. Perm, 2015. (in Russ.).]
8. *Naugolnykh S.V.* A new lepidophyte from the Kungurian of the Central Urals. *Paleontological Journal*. 1994; 28(2): 168–175.
9. *Садовников Г.Н.* Морфология, систематика и распространение рода *Tomiostrubus*. Палеонтологический журнал. 1982; 1: 100–109. [*Sadovnikov G.N.* Morphology, systematics, and distribution of the genus *Tomiostrubus*. *Palaentological Journal*. 1982; 1: 100–109. (In Russ.).]
10. *Naugolnykh S.V.* Sporophyll morphology and reconstruction of the heterosporous lycopod *Tomiostrubus radiatus* Neuburg emend. from the Lower Triassic of Siberia (Russia). *Palaeobotanist*. 2012; 61: 387–405.
11. *Retallack G.J.* Earliest Triassic origin of *Isoetes* and quillwort evolutionary radiation. *Journal of Paleontology*. 1997; 71(3): 500–521.
12. *Наугольных С.В., Могучева Н.К.* Новый представитель плауновидных из нижнего триаса Тунгусской синеклизы (Сибирская платформа). Новости палеонтологии и стратиграфии: Приложение к журналу «Геология и геофизика». 2006; 8: 81–93. [*Naugolnykh S.V., Mogucheva N.K.* A new representative of the lycopodiophytes from the Lower Triassic of the Tunguska syncline. *News on Palaeontology and Stratigraphy: Addition to the journal «Geology and Geophysics»*. 2006, 8: 81–93. (In Russ.).]

Flourishing and Decline of Heterosporous Lycopodiophytes

S.V.Naugolnykh
Geological Institute, RAS (Moscow, Russia)

The discovery of fossil remains of *Sadovnikovia* in Perm region and the re-examination of some previously found forms (such as the *Tomiostrubus*, *Viatcheslavia*, and *Signacularia*) made it possible to redefine the Permian stage in the evolution of the heterosporous lycopodiophytes. Late Paleozoic can be regarded as a period of flourishing of this plant group. Two families of the heterosporous lycopodiophytes, *Pleuromeiaceae* and *Isoetaceae*, had appeared in Permian period. The first of them (*Pleuromeiaceae*) completely vanished after quick flourishing in Triassic period. The second one (*Isoetaceae*) is still existing in the recent vegetation, and can be considering as a typical example of so-called living fossils.

Keywords: lycopodiophytes, evolution, Permian period, Triassic period, living fossils.

Мария Васильевна Кленова: наука и жизнь

доктор геолого-минералогических наук М.С.Бараш

Институт океанологии имени П.П.Ширшова РАН (Москва, Россия)

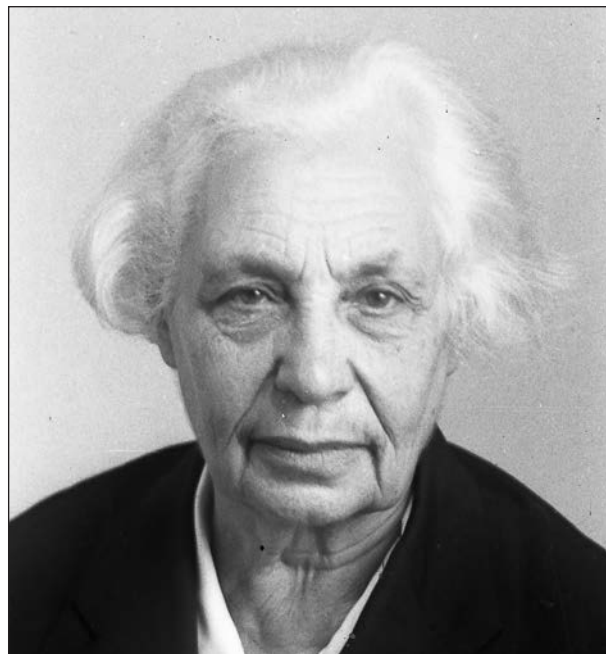
e-mail: barashms@yandex.ru

Профессор Мария Васильевна Кленова (1898–1976) — основоположница российской морской геологии, первый профессиональный морской геолог. Автор более 250 научных публикаций. Ее фундаментальная монография «Геология моря» (1948) актуальна до сих пор. Начиная с 1925 г. (легендарное судно «Персей», работы в Баренцевом море) и до 1972 г. («Витязь») она участвовала во множестве экспедиций. Кленова была горячим энтузиастом полярных исследований и проводила их и в Арктике, и в Антарктике. Кленова обладала пассионарным, резким характером. Ее неординарные поступки и высказывания порождали многочисленные легенды. Ее воля, целеустремленность и преданность науке вызывали уважение у всех, кто ее знал.

Ключевые слова: история науки, основатель геологии моря, энтузиаст полярных исследований, изучение геологии морей и океанов, несколько сцен из жизни Кленовой.

В 2018 г., 31 августа, исполнилось 120 лет со дня рождения Марии Васильевны Кленовой (1898–1976) — основоположницы российской морской геологии. Она первой из ученых полностью посвятила свою профессиональную жизнь изучению геологии морей и океанов. В конце 1930-х годов подготовила фундаментальную монографию «Геология моря», в которой это научное направление впервые определялось как самостоятельная наука со своими методами и объектами. Книга содержала полноценную информацию по всем аспектам этой науки. Но ее публикацию задержала война, поэтому монография вышла из печати лишь в 1948 г. [1]. В том же году был опубликован сходный по теме труд знаменитого американского ученого Ф.Шепарда, который признавал приоритет Кленовой и в предисловии написал: *Так уж всегда случается, что кто-то поднимает флаг раньше тебя!* [2].

Мария Васильевна родилась в Иркутске в 1898 г. в семье ссыльнопоселенца В.Д.Кленова — рабочего, отбывшего каторгу за участие в революционной деятельности. Василий Дмитриевич был членом тайных кружков в Одессе, работал в подпольной типографии. В 1878 г. его арестовали и приговорили к четырем годам каторги. В 1983 г. он вышел на поселение в Иркутской губернии. Мать, Раиса Наумовна, — фельдшер. Мария Васильевна впитала и на всю жизнь сохранила боевой «пролетарский» настрой семьи, представления о непрерывной классовой борьбе. Гимназию она окончила в Екатеринбургe. Семья жила, вероятно, недалеко от дома инженера-строителя Н.Н.Ипатьева — того самого, где



М.В.Кленова. 1970-е годы.

Фото из архива автора

содержалась под арестом, а потом была расстреляна царская семья. Мария Васильевна рассказывала, как она и другие обитатели ближайших улиц издали с опаской наблюдали за этим домом, около которого «было беспокойно» — опасались попыток вооруженного освобождения свергнутого царя.

В 1915 г. Мария приехала в Москву и поступила на курсы по уходу за ранеными, в 1916 г. она уже была слушательницей медицинского отделения

Московских высших женских курсов. В 1918 г. в Екатеринбурге окончила курсы машинописи и стенографии, а также курсы массажисток в Школе фельдшерниц, которой руководила ее мать, и поступила на медицинский факультет Томского университета. Дальнейшая судьба молодой Марии Кленовой была, казалось бы, предопределена — медицина, благороднейшая профессия.

Однако случилось невероятное. Поворотным моментом в ее судьбе была встреча с великим полярным исследователем Ф.Нансеном. В те годы все культурное человечество напряженно следило за подвигами героев, которые на кораблях, лыжах, санных упряжках, дирижабле и даже на воздушном шаре упорно штурмовали неизведанные просторы Арктики и Антарктики, устремлялись к Северному и Южному полюсам Земли. Одним из них был норвежец Нансен, которого считают основоположником физической океанографии, одним из организаторов Международного совета по изучению морей. Еще более значительна его гуманитарная деятельность — в 1920-х годах он стал верховным комиссаром Лиги Наций по репатриации военнопленных и беженцев. За свою общественную деятельность в 1922 г. Нансен получил Нобелевскую премию мира. Его организации снабжали документами и помогали репатрироваться многим сотням тысяч людей, разбросанных по всем странам в результате Мировой войны, в том числе была оказана помощь 300 тысячам уроженцев России. Нансен организовывал помощь голодающему населению Поволжья. Многократно посещал Россию, неутомимо выступал с лекциями. Гуманитарные Нансеновские фонды существуют и работают и в наше время. Можно представить, какой силой убеждения и каким авторитетом обладал этот человек. Он увлеченно рассказывал об экспедициях, научных задачах исследования Арктики. Вероятно, Мария была на одной из его лекций, хотя могла состояться и личная беседа. Море, Арктика стали ее мечтой, страстью, которой она посвятила всю свою жизнь.

В предисловии к книге «Баренцево море» она написала: *Плоское белесовато-голубое небо; светящее, но не греющее солнце в туманной дымке; море светло-синее, гладкое, как политое маслом, усеянное плавучими льдами, напоминающими обломки гигантской стеклянной и фарфоровой посуды... Розовый от лучей заката снег на о-ве Рудольфа, черные зубцы скал м.Флигели. <...> Древние горы спящей красавицы Новой Земли, запорошенные первым снегом и поднимающиеся прямо из бурного и синего-синего моря. <...> ...Соленый йодистый запах моря сливается с запахом свежего снега. <...> Такова Арктика! <...> И, как художник не может передать на полотне всю чистоту и прелесть полярных красок, так не хватает и слов для их описания [3].*

Русская женщина, живущая во Франции, очарованная этими образами, написала Кленовой восторженное письмо, которое пришло в нашу лабораторию в 1977 г. и уже не застало адресата. Да, она была романтиком. И романтика в сочетании с энергией, умом, волей создала этого большого ученого-энтузиаста, человека-легенду. Ее и через несколько десятилетий иной раз называли *бабушкой российской морской геологии*.

Мария Васильевна перевелась из Томского в Московский университет, который окончила в 1924 г. по специальности «минералогия, петрография осадочных пород». В том же году поступила в аспирантуру, где под руководством профессора Я.В.Самойлова, а затем академика В.И.Вернадского подготовила диссертацию «К литологии Баренцева моря» (1926).

С 1924 г. Кленова работала в Морском плавушем научном институте (Плавморнин), а затем в других учреждениях — наследниках Плавморнина, в том числе в 1929–1933 гг. в Государственном океанографическом институте (ГОИН), а с 1933 г. — во Всесоюзном институте рыбного хозяйства и океанографии. Базой Плавморнина стало легендарное судно «Персей» — деревянный парусно-моторный бот. Постройка судна, начатая в 1916 г. как зверобойного, была прервана из-за войны. Недостроенный корпус отбуксировали в Архангельск. В 1922 г. (после передачи его Плавморнину) постройку продолжили, но уже для использования в качестве экспедиционного научно-исследовательского судна. Укомплектовать корабль было трудно. Некоторые детали удалось добыть лишь на корабельном кладбище — с отслуживших свой век парашотов сняли брашпиль и лебедки, кнехты, компасы и тросы. Паровую машину подняли с затонувшего буксира, а рулевое устройство добыли со списанного миноносца. «Персей» имел водоизмещение 551 т, скорость 7 узлов, запас угля 85 т; судно было укреплено поясом из дубовых досок для защиты ото льдов. На корабле размещалось несколько лабораторий. В экспедициях могли работать 24 члена экипажа и 16 научных сотрудников*. Корпус был яйцевидной формы (из-за чего судно было подвержено сильной качке) для выдавливания вверх при сжатии льдами, как у нансеновского «Фрама». 1 февраля 1923 г. на гафеле появился собственный флаг судна — синий вымпел с изображением семи звезд — созвездия Персея. Плавморнин и его база «Персей» стали основным центром развития российской океанологии**.

Участие в рейсах в разные годы принимали молодые ученые-энтузиасты: В.Г.Богоров, В.А.Броц-

* seaman-sea.ru/istoricheskiy-fakt/414-persey.html

** Журнал «Полярная почта» (www.polarpost.ru).



Модель научно-исследовательского судна «Персей». Музей истории Мурманского морского пароходства.

кая, С.В.Бруевич, Т.И.Горшкова, Л.А.Зенкевич, В.П.Зенкович, Н.Н.Зубов, М.В.Кленова, С.В.Обручев, Т.С.Расс, Б.К.Флеров, А.А.Шорыгин, В.В.Шулейкин, В.Я.Яшнов и др. Они и создали отечественную океанологию, став основателями научных направлений в морской биологии, физике и геологии. Условия жизни и работы на этом маленьком судне были тяжелыми: пронизывающий сырой ветер, холод, льды, многодневные штормы, качка, маленькие кубрики, теснота. По ходу рейсов с высокой частотой велись комплексные работы на станциях: измерения глубины, сбор проб грунта и донной фауны тралами и дночерпателями, отбор проб воды на гидрологических горизонтах батометрами, отлов планктона, гидрологические и метеорологические измерения. Проводились химические и физические анализы разных параметров. Нередко работы велись в тяжелых штормовых условиях. Но народ не унывал — молодые, энергичные, веселые, они сочиняли стихи, эпиграммы, пели песни. Метеоролог К.Р.Олевинский собрал их в машинописный сборник «Песни Персея». Он начинался с гимна «Персея», написанного Обручевым, в котором есть такие строки:

*И вымпел гордый пусть «Персея»
— Рой звезд и неба синева —
Над всем полярным морем реет
Сегодня, завтра и всегда...*

Известный писатель Б.А.Пильняк работал на «Персее» гидрологом и по своим впечатлениям

опубликовал повесть «Заволочье»*, в которой ярко и эмоционально описаны тяготы и радости полярной экспедиции. *Слышать, как рождаются айсберги, — как рождаются вот те громадные голубые ледяные горы, которые идут, чтобы убивать и умирать по свинцовым водам и волнам Арктики: это слышать гордо! [с.15]. Мы делаем такую работу, которую до нас не делало здесь человечество, — мы идем там, где до нас не было больше десятка кораблей! Через каждые шесть часов — через каждые тридцать астрономических минут — на два часа были научные станции, и семнадцать дней... был шторм. Жилая палуба была в трюме, в носовой части корабля; все было завинчено, люки были закупорены; судно — влезая на волны и скатываясь с них — деревянное судно — скрипело всеми своими балками и скрепами [с.25–26]. Нельзя было спать, потому что раза четыре за минуту приходилось в постели становиться на голову и за постель надо было держаться обеими руками, чтобы не вылететь. И над всем этим — этот — в этих мертвых просторах визг, вой и скрип, которым визжало, выло и стонало судно [с.27].*

В 1923–1935 гг. на «Персее» проводились комплексные экспедиции в Баренцевом, Белом, Карском и Гренландском морях. Кленова работала в 10 рейсах начиная с 1925 г., бывала и начальником экспедиции. Даже в условиях тяжелой ледовой обстановки она бесстрашно настаивала на

* Пильняк Б.А. Заволочье. Л., 1927.

движении все дальше и дальше на север, в неизведанные просторы Арктики. В компании молодых участников экспедиций неистовую Марию Васильевну ласково, но иронически прозвали МарВа (а потом и Мавра).

О таких ярких незаурядных людях всегда рассказывают некие истории. То ли было, то ли не было. Назовем их байками. Говорят, на Новой Земле за Всеволодом Зенковичем, младшим сотрудником Кленовой, погнался белый медведь. Все участники экспедиции с палубы судна издалека бессильно наблюдали за ситуацией. В экспедициях было оружие (я лично видел акт о передаче Кленовой на полевой сезон винтовки с патронами). Однако возможная трагедия развивалась слишком далеко. Через некоторое время Мария Васильевна вышла из каюты на палубу и увидела Зенковича, оживленно делившегося впечатлениями. *Как?!* — удивилась Кленова, — *Я ведь уже записала в дневнике, что Вольку съел медведь!* Впрочем, у нее было хорошее чувство юмора.

В 1932–1933 гг. она работала в Баренцевом море на парусно-моторном боте «Николай Книпович». Это было совсем небольшое (водоизмещением 100 т) деревянное моторное судно с противолодочной обшивкой из мореного дуба. В 1932 г. во время работ на этом судне впервые были получены сведения о гидрологии океана севернее Земли Франца-Иосифа, проведены промеры глубин, собраны и описаны образцы грунтов, исследовались планктон и бентос. Впервые в истории арктического мореплавания в свободном плавании достигнута рекордная северная широта* — $82^{\circ}05'$. В 1933 г. Мария Васильевна была руководителем экспедиции на «Книповиче».

В те же годы Кленова работала и на других морях. В 1927 г. в Севастопольской бухте в примитивной батисфере она погружалась на глубину 50 м для наблюдения за процессом падения грунтовой трубки на дно и отработки методики взятия колонок [11].

В 1930 г. в Плавморнине была организована лаборатория геологии моря, заведовать которой стала Мария Васильевна. Исследовались литология, минералогия, геохимия осадков, в том числе распределение марганца, фосфора. Под ее руководством разработана и использована единая методика обработки проб, написаны инструкции. Первые



Кленова на гидрографическом судне в Охотском море. 1953 г. Архив ИО РАН.

промысловые карты для нужд тралового флота составлены Кленовой в 1931 г. В 1933–1937 гг. продолжились работы по грунтовой съемке и составлению грунтовых карт. Помимо обработки материалов судовых грунтовых съемок, в лаборатории исследовали пробы, полученные на станции «Северный полюс», дрейфующей экспедицией на ледокольном пароходе «Седов» и экспедицией Главрыбвода** в дельте Волги [4, 5]. Было составлено более 150 карт для Белого, Баренцева, Каспийского и других морей. Предложенная Кленовой классификация донных осадков по гранулометрическому составу используется на навигационных картах в течение многих десятилетий.

В 1937 г. Марии Васильевне присвоили ученую степень доктора геолого-минералогических наук по совокупности работ, без защиты диссертации, и утвердили ее в звании профессора геологии моря. В годы войны (1941–1944) она работала в системе Главного управления гидрометслужбы Наркомата обороны. Неоднократно выезжала на базы и корабли Северного и Черноморского флотов, где работала над составлением пособий, читала лекции подводникам. Под ее руководством было составлено около 200 специальных карт для Военно-Морского флота. За эту работу ее наградили орденом Трудового Красного Знамени. В 1945–1953 гг. Кленова приняла участие в составлении карт и издания «Морского атласа». Возглавляемый ею коллектив собрал и использо-

** Главрыбвод — Главное управление регулирования рыболовства, рыбоводства и рыбохозяйственной мелиорации. Создано в 1934 г. приказом №967 Народного комиссариата снабжения СССР в целях охраны рыбных запасов и контроля за рациональным использованием сырьевых рыбных ресурсов.

* Журнал «Полярная почта» (www.polarpost.ru).

вал для карт атласа большую картотеку грунтовых проб, собранных в 19-м столетии и в первой половине 20-го многочисленными экспедициями, в том числе на легендарных кораблях «Челленджер», «Вальдивия», «Газель», «Метеор», «Пуркуа-Па», «Гаусс», «Альбатрос», «Галатея». В 1949–1955 гг. Мария Васильевна возглавляла Морскую геологическую экспедицию и была научным руководителем группы геологии шельфа Института геологических наук АН СССР.

В те же годы Кленова работала в Охотском море и на Каспии. Несколько дней провела на станции «Северный полюс — 4», которая дрейфовала в Арктике в 1954–1957 гг. Мария Васильевна многократно участвовала в экспедициях в Атлантическом океане (1959–1963) на экспедиционном судне «Михаил Ломоносов». В 1968 г. работала в экспедиции на научно-исследовательском судне «Академик Курчатов», а в 1972 г. — на «Витязе».

Работа Марии Васильевны на Каспии способствовала освоению нефтяного месторождения Нефтяные Камни. В 1962 г. Кленовой и двум ее сотрудникам — В.Ф.Соловьеву и Н.С.Скорняковой — была присуждена премия АН СССР имени академика И.М.Губкина за монографию «Геологическое строение подводного склона Каспийского моря» [6].

13 июля 1955 г. Совет министров СССР издал постановление о создании Комплексной антарктической экспедиции Академии наук СССР. Ее подготовкой руководил Отдел экспедиционных работ АН СССР под руководством И.Д.Папанина. Перед экспедицией поставлена задача — создать исследовательскую станцию на побережье и полевую базу в глубине Антарктиды. Среди научных целей — проведение геолого-географических исследований региона. Состав экспедиции был тща-

тельно подобран, утверждены отряды по направлениям работ. В этот тяжелейший рейс женщины категорически не намечались. Как? Полярное исследование без знаменитой полярницы, главного специалиста по геологии моря?! Мария Васильевна начала борьбу. В критический момент она обратилась к И.Д.Папанину и всемогущему А.И.Микояну (прекрасно знавшим ее лично) со словами: *Я не женщина, а профессор!* Спротивление было сломлено, Кленову включили в состав экспедиции на дизель-электроходе «Обь». 30 ноября 1955 г. из Калининградского торгового порта судно вышло в 1-й антарктический рейс. Однако молодых сотрудников отряда морской геологии, уже имевших неплохой опыт экспедиционных работ в морях и океанах и потративших много сил на подготовку к рейсу, отнюдь не привлекала перспектива получить в коллектив сверхпланового авторитарного профессора, поэтому Мария Васильевна работала отдельно, самостоятельно. (Байка: над входом в геологическую лабораторию висел плакат «Посторонним вход запрещен!».) Впрочем, при необходимости помощь ей, конечно, оказывали.

После завершения работ в Антарктике «Обь» зашла в порт Веллингтон, столицу Новой Зеландии, а затем в Аделаиду в Австралии. Участники экспедиции посещали научные учреждения, делали научные сообщения, принимали иностранных коллег на своем судне. В те годы появление советских людей в этих странах привлекало большое внимание, а тут приехали героические исследователи Антарктиды! Интервью, публикации, фотографии в местной прессе*.

Кленова была объектом особого интереса — первая женщина-ученый в Антарктике, знаменитая полярница, профессор. (Байка: в местной прессе ее называли *old sea dog*. Мария Васильевна сначала обиделась, а потом узнала, что это выражение — английский аналог вполне почетного русского крылатого выражения «морской волк».)

После 1955 г. Кленова со своим коллективом перешла в Институт океанологии АН СССР, где руководила кабинетом геологических исследований в составе отдела морской геологии. Она и ее сотрудники участвовали



Экспедиционное судно «Обь».

* О первой Советской Антарктической экспедиции 1955–1956 гг. см.: Сузюмов Е.М. К Шестому матерiku. М., 1958; У берегов Антарктиды: Документальный фильм. Студия Центрнаучфильм, 1956 (www.net-film.ru/film-55308/).

в многочисленных рейсах в Атлантическом океане на экспедиционных судах «Михаил Ломоносов», «Экватор», «Седов», «Академик Курчатов», «Дмитрий Менделеев». Были собраны и разносторонне изучены сотни колонок грунта, опубликовано несколько монографий, десятки научных статей. Полученные результаты легли в основу ряда диссертаций. Опубликована монография «Геология Атлантического океана» [7].

Иногда Мария Васильевна приглашала к себе домой сотрудников и аспирантов для обсуждения научных планов, отчетов, диссертаций. Беседовала также с потенциальными коллегами. Квартира располагалась на втором этаже старинного дома, между Ленинским проспектом и Москва-рекой. У входа в ее квартиру желтая газовая труба была обрезана и заварена, к стене приделана жестяная табличка «Отказ» — следствие твердого медицинского убеждения хозяйки о вреде продуктов сгорания газа. Электрического звонка не было, надо было сильно стучать в обитую клеенкой дверь, чтобы обитатели квартиры услышали и открыли. Отсутствие звонка она объясняла так: *Я же ведьма, меня трясет от электромагнитных колебаний!* Естественно, у нее жили кошки. Мнение кошек учитывалось при приеме на работу новых сотрудников: они всегда чувствуют хорошего человека! Определенно, иногда им нравились бездельники, или они сознательно дурачили хозяйку.

Мужем ее был известный геолог Леонид Васильевич Пустовалов, который окончил одновременно с ней Московский государственный университет и также первые годы работал под руководством Я.В.Самойлова. В 1953 г. он стал членом-корреспондентом АН СССР. Жили они на моей памяти (1953–1976) раздельно, каждый в своей квартире. Мария Васильевна была неразлучна со своей сестрой Еленой, врачом.

Романтика и воля дают твердый сплав. В одном из рейсов в тропическую Атлантику пожилая уже Кленова вышла глубокой ночью на палубу для наблюдения созвездий Южного полушария. В беспросветной тьме она споткнулась о трос и рассекла голову, ударившись о чугунный кнехт. Она разбудила судового врача, который зашил ей рану без применения наркоза: *Я никому не позволю протыкать мою кожу шприцом для введения препаратов!* Таковы были ее твердые медицинские убеждения.



М.В.Кленова в геологической лаборатории экспедиционного судна «Михаил Ломоносов», 12-й рейс. На заднем плане: М.С.Бараш и Н.М.Вихренко. Тропическая Атлантика. 1962 г.

Фото автора

Утром на следующий день в положенное время она уже работала за своим микроскопом в перегретой лаборатории (не было ни кондиционера, ни даже вентилятора), и только лицо было необычно бледным. Это происшествие держалось в тайне. Кстати, она пробивалась в рейсы без каких-либо прививок от тропических болезней.

Во время одного из рейсов в тропическую Атлантику экспедиционное судно зашло в Рио-де-Жанейро. В те времена у всех иностранцев при посещении Бразилии снимались отпечатки пальцев. (Байка: Кленова, единственная из всего состава экспедиции, отказалась от этой процедуры, которая, по ее мнению, унижает человеческое достоинство. Поэтому все дни пребывания в Рио-де-Жанейро она не сходила на берег.)

В 12-м рейсе экспедиционного судна «Михаил Ломоносов» в 1962 г. я был членом ее отряда. Работали в тропической Атлантике. Жарко, влажно, в каютах практически нет вентиляции. Младший персонал с нижних палуб устроил «шанхай» — на тросах были подвешены в три этажа десятки самодельных брезентовых гамаков. Там и ночевали под свежим и соленым ветерком. При спуске и подъеме грунтовой трубки на глубинах 3–5 км скоростная лебедка надрывно завывала. Момент вонзания трубки в грунт улавливался тогда только на слух, весьма ненадежно. При задержке остановки лебедки трос мог запутаться, и при подъеме прибора иногда происходили обрывы. Кленова нервно издали следила за ситуацией, но к лебедке не подходила. Она знала, что ее эмоциональное поведение и замечания могут помешать работе.



Музей африканского искусства в Дакаре. В дверях стоят члены геологического отряда М.В.Кленовой в 12-м рейсе экспедиционного судна «Михаил Ломоносов»: М.С.Бараш, О.В.Шишкина и Н.М.Вихренко.

Фото М.В.Кленовой

Перед заходом в порт Дакар (Сенегал, Западная Африка) добыли длинную колонку грунта. До 6 часов утра мы с Марией Васильевной ее описывали, отбирали влажные пробы. В 8 часов судно вошло в порт, и через пару часов мы вышли в город. Как всегда, главная цель — научные учреждения. Посетили великолепный Музей африканского искусства. Кленова оживленно объяснялась по-французски с сопровождавшим ученых гостей молодым сенегальцем — директором музея. Затем пошли на рынок, который удивил чистотой и культурой торговли — мясо и рыба продавались только из холодильников. Потом — рыбацкий порт, куда с моря подходили парусные и моторные лодки, выгружался улов. Кленова после бессонной ночи весь день мужественно двигалась по раскаленному городу наравне со своими молодыми сотрудниками.

Посетили также бразильские порты Ресифе и Рио-де-Жанейро. Проблемы с сохранением достоинства в тот раз не было — отпечатков пальцев уже не брали. В Рио-де-Жанейро, конечно, первым делом двинулись в научные учреждения. Марию Васильевну с почетом приняли в геологическом офисе. После беседы она, а заодно и мы получили ценнейшие дары — только что изданные тома «Геологии Бразилии» и геологические карты страны. Ну а потом — остальные чудеса прекрасного города: океанский пляж и набережная Капакабана, статуя Христа, ботанический сад, зоопарк, гора Сахарная Голова (Пан-ди-Асукар), фавеллы и, самое главное, доброжелательные и непосредственные кариоки (так себя называют жители Рио-де-Жанейро). А по вечерам, уже на судне, Кленова читала на португальском языке «Геологию Бразилии» и делала из нее выписки.

Мария Васильевна читала научную литературу и могла объясняться на немецком, французском и английском языках. При необходимости, зная основы латыни, полученные при учебе в гимназии, Кленова использовала и статьи на португальском, испанском, итальянском языках. *Это совсем не трудно, в них же латинские корни и несложные связи между словами, а научные термины в основном международные!* — говорила она. В качестве обязательной в те времена общественной нагрузки Мария Васильевна начала обучать нас, своих сотрудников, французскому языку. Раздала нам несколько отписок своей статьи об осадках Средиземного моря. На примере первых двух-трех пред-



Зима в Рио-де-Жанейро. 1962 г.

Фото автора

ложений объяснила, как произносятся дифтонги и трифтонги (пугающие непосвященных архаичные сочетания из двух или трех букв), как образуются связи между словами и т.д. Как ни удивительно, но через два-три месяца занятий научные тексты на французском языке перестали казаться китайской грамотой, основной смысл стал проявляться даже при беглом просмотре. Ну а дальше — словарь в руки, и вперед!

Лаборатория была дружная, иногда собирались для чаепития. Пели песни под гитару. Как-то Мария Васильевна услышала слова из песни А.М.Городницкого: *И никогда мы не умрем, пока качаются светила над снастями!* Глаза ее мечтательно заблестели: *Такой образ мог возникнуть только у человека, который плывал на парусном корабле и видел это собственными глазами!* Она не ошиблась, Городницкий плывал на паруснике «Крузенштерн».

Естественно, она была героиней многочисленных очерков о выдающихся женщинах. Увлеченные ее примером, к ней приходили за советом и поддержкой студентки, молодые научные сотрудницы. Мария Васильевна благосклонно принимала своих почитательниц, помогала чем могла.

Кленова была награждена орденами Трудового Красного Знамени (1943), Ленина (1951), «Знак Почета» (1975) и несколькими медалями. Перед поездкой в Кремль на церемонию получения ордена Ленина ее личный водитель, осмотрев ее, твердо заявил: *Мария Васильевна, в таких чулках я вас в Кремль не повезу!* — *Не ваше дело! Это мещанство!* — *Не повезу!* Пришлось по дороге захватить в ЦУМ и купить новые чулки. Это не байка, а рассказ ее водителя М.В.Самохина.



Кленова в Ботаническом саду Рио-де-Жанейро. 1962 г.
Фото автора



Статуя Христа на горе Корковадо возвышается над Рио-де-Жанейро.

Мария Васильевна обладала пассионарным, резким характером, сохраняла идеалы 1920-х годов. Яростно выступала против не соответствующих ее взглядам социальных и научных представлений. В то же время она проявляла уважение и терпимость к своим сотрудникам, учила их настойчивости и добросовестности, помогала научному росту. Ее воля и целеустремленность, преданность науке вызывали уважение у всех, кто ее знал, в том числе у научных оппонентов. Ее личный пример привлекал в науку молодежь.

Кленова вела спартанский, аскетический образ жизни. Будучи уже весьма пожилым человеком, во время дневного отдыха, бывало, прикрывалась экспедиционным ватником. Питание — в основном молочные продукты и отварная треска, которой она делилась с кошками. В то же время она тайно помогала своим стипендиатам — студенткам МГУ. В день ее рождения, 31 августа, к ней приходили сотрудники, бывшие ученики, сослуживцы. Никаких подарков, имеющих материальную ценность! Принимались только цветы и шуточные стихи. Хлебосольная хозяйка готовила бо-

гатый стол с пирогами и даже запеченным в духовке огромным свиным окороком! Ничего спиртного, только соки! *На моем веку столько талантливых людей было погублено алкоголем!* — слышали мы от нее.

Мария Васильевна была большим ученым и ярким незаурядным человеком. Ее преданность науке достойна восхищения и подражания. Фундаментальная книга Кленовой «Геология моря» (1948), в которой ясно и кратко изложена история развития методов и научных представлений о геологии морей и океанов в течение всего предшествовавшего времени, должна быть обязательно прочтена молодыми людьми, начинающими свою работу в океанологии.

В честь Марии Васильевны названы: долина Кленовой — океанская впадина севернее Гренландии (координаты: 84°36' с.ш., 55°00' з.д.), подводная гора в Атлантике (13°01' ю.ш., 34°15' з.д.), ударный кратер на Венере, гора на побережье залива Русская Гавань на о.Новая Земля, а также учебно-производственное судно «Профессор Кленова» (эксплуатировалось в 1979–2004 гг.). ■

Литература / References

1. Кленова М.В. Геология моря. М., 1948. [*Klenova M.V. Sea Geology. Moscow, 1948. (In Russ.)*.]
2. Shepard F.P. Submarine geology. New York, 1948.
3. Кленова М.В. Геология Баренцова моря. М., 1960. [*Klenova M.V. Geology of the Barents Sea. Moscow, 1960. (In Russ.)*.]
4. Кленова М.В. Осадки Арктического бассейна по материалам дрейфа л/п «Г.Седов». М., 1962. [*Klenova M.V. Sediments of the Arctic Basin according to the materials of r/v «G. Sedov» drift. Moscow, 1962. (In Russ.)*]
5. Геология дельты Волги. Ред. М.В.Кленова. М., 1951. [*Geology of the Volga Delta. M.V.Klenova (ed.). Moscow, 1951. (In Russ.)*.]
6. Кленова М.В., Соловьев В.Ф., Алексина И.А. и др. Геологическое строение подводного склона Каспийского моря. М., 1962. [*Klenova M.V., Soloviev V.F., Aleksina I.A. et al. Geological structure of the Caspian underwater slope. Moscow, 1962. (In Russ.)*.]
7. Кленова М.В., Лавров В.М. Геология Атлантического океана. М., 1975. [*Klenova M.V., Lavrov V.M. Geology of the Atlantic Ocean. Moscow, 1975. (In Russ.)*.]

Maria Vasilyevna Klenova: Science and Life

M.S.Barash

Shirshov Institute of Oceanology, RAS (Moscow, Russia)

Professor M.V.Klenova (1898–1976) was the founder of Russian marine geology, the first professional marine geologist. Her fundamental monograph “Geology of the Sea” (1948) is still relevant. Starting from work in the Barents Sea on the legendary ship Perseus (1925) and to work in 1972 on the ship Vityaz, she participated in many expeditions. Klenova was a passionate polar exploration enthusiast. She worked in the Arctic and Antarctic. She is the author of more than 250 scientific publications. Klenova had a passionate, sharp temper. Her extraordinary deeds and statements spawned numerous legends. Her will, purposefulness, and dedication to science evoked the respect of all who knew her.

Keywords: history of science, founder of geology of the sea, enthusiast of polar research, geological study in the seas and oceans, several scenes from the life of M.Klenova.

От геологии Земли к познанию человека

Размышления историографов по поводу
монографии академика М.И.Кузьмина

академик Б.В.Базаров¹, доктор исторических наук Л.В.Курас¹,

¹Институт монголоведения, буддологии и тибетологии СО РАН (Улан-Удэ, Россия)

bazarov60@mail.ru, kuraslv@yandex.ru

Геология учит нас смотреть открытыми глазами на окружающую природу и понимать историю ее развития.

В.А.Обручев

В июне прошлого года академику РАН Михаилу Ивановичу Кузьмину исполнилось 80 лет. Свой юбилей он отметил изданием монографии, написанной в жанре воспоминаний, тем самым лишней раз подтвердив непреложную истину: «Молодость наступает с годами».

Мемуарный жанр обладает рядом особенностей, ибо автор — обязательный свидетель, а в нашем случае — участник описываемых событий. Но в то же время мемуары — источник субъективный, и авторам, особенно политическим деятелям, свойственно некоторое приукрашивание событий. Однако воспоминания ученого — не просто документальная основа, это верифицированные документы, т.е. проверенные иными документами. И хотя в работе академика Кузьмина на протяжении всей книги видны глубокие личные переживания за судьбы науки и отечества (что позволяет и нам сопереживать вместе с ним), он объективно осмысливает исторический контекст собственной жизни и описывает свои действия как часть общего исторического процесса.

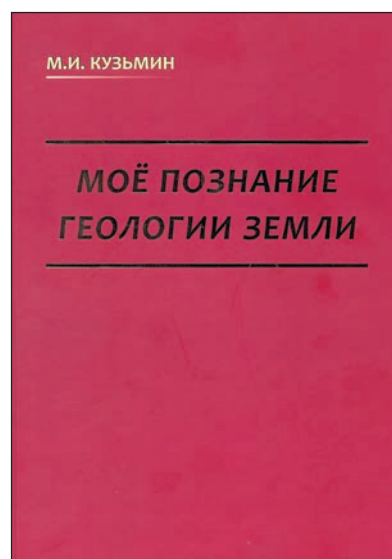
Родом из детства

*Ах, детство, дни твои чисты,
Как кадры старой киноленты...*

Буллат Окуджава

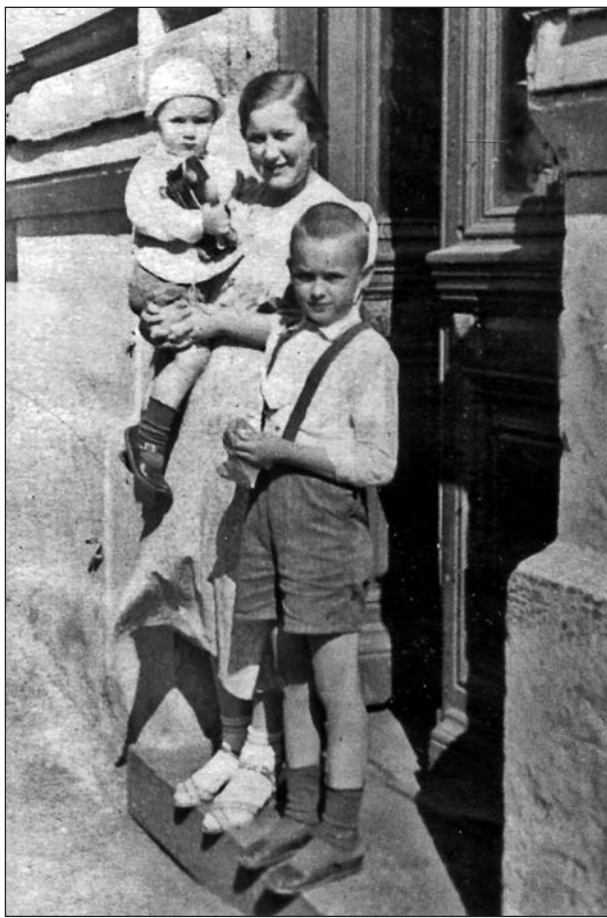
Часть первая воспоминаний — «Детство и школьные годы» — повествование о семье. О ней автор пишет с большой теплотой и некой ностальгией по тем временам, которые уже никогда не вернуться. Семья автора — не только мама, папа, брат, тетя Лидочка и двоюродная сестра. С особой любовью Михаил Иванович пишет о «бабусянке», отмечая ее человеческие качества. Несмотря на многочисленные потери и страдания, связанные с арестом старшего сына и гибелью младшей дочери в блокадном Ленинграде, она «не ожесточилась и сохранила доброту к людям» (с.13).

Пожалуй, самая потрясающая история связана с именем отца. Будучи членом Коллегии Наркомпроса РСФСР, Иван Иванович имел



М.И.Кузьмин
МОЕ ПОЗНАНИЕ ГЕОЛОГИИ ЗЕМЛИ

Новосибирск: Гео, 2018. 216 с.



Тетя Лидочка (Лидия Ивановна Кузьмина) с Мишей Кузьминым на руках и его братом Володей у подъезда дома на ул. Горького в Москве. 1940 г.

определенные льготы. В пору перманентного квартирного кризиса получив четырехкомнатную квартиру в центре Москвы, он отказался от такого «подарка» и попросил подселить к нему сотрудника московского Облнаробраза, нуждавшегося в жилье (с.15). В годы войны их сосед стал крупным чиновником в системе НКВД СССР и чем мог помогал семье Кузьминых. После гибели Ивана Ивановича на фронте в 1943 г. он сделал семье вызов из эвакуации в Туркмении, в Москву, а позднее совершил невозможное — организовал вызов бабуленьке (немке по паспорту) и помог маме с трудоустройством.

Щемящее чувство оставляет восприятие маленьким ребенком войны, которую он встретил в Сочи (там семья гостила у тети). Отец с декабря 1941 г. на фронте. В звании комиссара батальона/полка он участвовал в знаменитой операции «подо Ржевом». Семья же была срочно эвакуирована в Туркмению, где и получила похоронку, а Миша узнал о гибели отца (с.17).

А потом Москва! Радость от встречи с городом, квартирой, в которой так много игрушек! Но особенно отчетливо он запомнил шествие немецких

военнопленных летом 1944 г. и День Победы (с.21). С особой теплотой автор пишет о маме, которая после потери мужа всю жизнь посвятила своим сыновьям (с.22–23).

Несомненный интерес представляют школьные годы будущего ученого, когда, по выражению автора, формировались его «жизненные принципы и дружный коллектив школьных друзей», существующий до сих пор (с.24). Именно школе, учителям и друзьям Михаил Иванович посвятил не одну строку своих воспоминаний (с.27–29). Но вот что важно: кто формировал жизненные принципы, кто научил понимать «это сладкое слово — свобода», кто вселил чувство гордости за Россию и ее прошлое? Конечно, это учителя. Им автор вспоминает и по сей день (с.25).

Вообще вся монография — классическая семейная сага, призванная отразить жизнь четырех поколений. Эту хронику даже не иллюстрируют, а венчают фотографии из семейного альбома, который для современного поколения — *terra incognita*. Между тем это книга памяти, история семьи и связь поколений, знакомство детей с бабушками и дедушками, которых они уже никогда не увидят.

Говоря о способе организации памяти, французский социолог П.Нора называет современность «мемориальной эпохой», характеризуя ее как феномен ускорения истории, который разрушил «единство исторического времени, красивую прямую линию, соединявшую прошлое с настоящим и будущим...»*. Данное обстоятельство как раз и диктует необходимость хранить материально-вещественные свидетельства о прошлом. И одним из инструментов «трансляции семейной истории, ее документирования и коммуникации между членами семьи служит семейный альбом»**. Тем самым «закрепление образов родственников при помощи... фотоматериалов... является одним из механизмов, с помощью которых выстраивается идентичность семьи как межпоколенческого биографического проекта»***.

Однако в работе Михаила Ивановича нет даже намека на такого рода проекты, ибо семейный альбом Кузьминых — хранитель очага, наверняка он до сих пор лежит на почетном месте (как это было в любой советской семье) и обязательно открывается во время совместных торжеств.

* Нора В. Всемирное торжество памяти // Неприкосновенный запас. 2005. №2–3. С.40–41.

** Васильева Е.В., Стрельникова А.В. Биографическая память городских семей: опыт анализа фотоальбомов // Вестник РГГУ. Серия «Философия. Социология. Искусствоведение». 2012. №2(82). С.288–304.

*** Иванова М. Семейные фотографии как инструмент выстраивания фамильного биографического проекта // Социальная реальность. 2012. №2. С.205–222.

Становление профессионала

Будьте заняты. Это самое дешевое лекарство на земле — и одно из самых эффективных.

Дейл Карнеги

Самая маленькая по объему, но при этом наиболее информационно насыщенная вторая часть монографии — «Студенческие годы, формирование специалиста-геолога». Глава пронизана гордостью за избранный путь, ибо необходимость геологической работы в 50-е годы XX в. вполне осознано обосновывалась сопричастностью в деле «создания ядерного щита» Родины (с.31).

Автор подробно описывает то, что дорого каждому из нас: студенческую жизнь — лекции и семинары, взаимоотношения с китайскими студентами, стройотряды, производственную и зарубежную практику по обмену с Варшавским университетом, шефскую помощь старшекурсников над первым курсом, экспедиции, военные сборы и, наконец, курсовые работы и дипломный проект. Практически все как у всех студентов, как у каждого из нас. Но есть и существенная разница: душевный порыв и стремление ехать туда, где видится будущее геологии. Трудно представить, чтобы современный выпускник столичного вуза отказался от работы в Москве, квартиры и прописки. И ради чего? Ради далекого Иркутска и только-только организованного академического института. Михаил Иванович сделал это вполне осознанно, избрав свой собственный путь. Неслучайно третья часть воспоминаний называется «Мой путь геолога».

Для нас, историков, изучение поставленной проблемы начинается с периодизации и степени ее изученности. И когда Михаил Иванович Кузьмин — геолог, специалист в области геохимии, геодинамики и петрологии, академик РАН — свой профессиональный путь разложил на пять периодов длиною в жизнь, не отделимых от становления и развития геологии Сибири, нам стало понятным стремление ученого оформить коллективную монографию, связанную с историей Земли. В этом труде, по мнению Михаила Ивановича, должен быть обобщен «опыт научной работы каждого автора, а также анализ научных работ по соответствующим специальностям, которые определяют прирост наших знаний о геологической истории Земли в геометрической прогрессии» (с.51). Данная

мысль выстраивалась долгие годы, начиная с изучения гранитоидов Восточного Забайкалья. Затем была работа в Монголии (по ее результатам Михаила Ивановича избрали в состав АН СССР), подводные исследования, изучение рифтовых зон океанов и бурение на Байкале. Наш мемуарист при этом не книжный сухарь, погруженный в профессию. Воспоминания академика Кузьмина — это история нашей страны с ее государственным подходом к развитию науки в послевоенные десятилетия и с ее разрушением в годы перестройки (с.55), история взаимоотношений на уровне учитель—ученик (с.58), а также история семьи (с.59–63). Автор подчеркивает, что именно Тамара Михайловна — его жена, чей отец также погиб «подо Ржевом» и с которой Михаил Иванович живет уже 55 лет, — «виновата» в успехах его научной карьеры (с.61).

С особым интересом читаются строки о глубокой геодинамике, ибо «геолог имеет дело не только с отдельными породами, разрезами и напластованиями различных толщ. Он должен уяснить, как образовались основные структуры Земли, тогда можно понять значение в формировании этих структур отдельных пород и их соотношения» (с. 70). Именно поэтому в исследовании представлена эволюция различных концепций геологической истории Земли и показана роль автора воспоминаний в данном процессе (с.80). Фактически перед нами историография авторских работ и публикаций его оппонентов по тектонике плит с учетом дискуссий, которые рождались в научном сообществе в связи с его публикациями (с. 96–99).



Студент Миша Кузьмин (крайний справа) с однокурсниками. Кольский полуостров, зимние каникулы на 5-м курсе.

Но наиболее увлекательны страницы третьей части воспоминаний, связанные с подводными исследованиями. В конце 70-х годов прошлого столетия Институт океанологии АН СССР привлек к исследованию рифтовых зон океанов сотрудников Института геохимии СО АН СССР. Этот раздел читается на одном дыхании, как приключенческий роман Г.Адамова «Тайна двух океанов». Но в отличие от фантастического произведения, академик Кузьмин реально изучал тайны даже не двух, а трех океанов. И если первая экспедиция в Индийский океан проходила на научно-исследовательском судне «Дмитрий Менделеев», то все последующие работы, в Атлантике и Тихом океане, — это многочасовые погружения на подводных обитаемых аппаратах «Пайсис» и «Мир». Погружения иллюстрируются завораживающими фотодокументами, а их результаты отражены в ряде публикаций автора.

Формирование руководителя

Собраться вместе — это начало. Остаться вместе — это прогресс. Работать вместе — это успех.

Генри Форд

Самые яркие страницы третьей части воспоминаний связаны с международным проектом «Байкал-бурение», который стал реальным воплощением в жизнь программы мирового геологического сообщества «Исследования изменений природной среды Центральной Азии». Эта программа позволила молодому директору института не только «понять, как изменялись климат и окружающая среда в Центральной Азии (Байкальский ре-

гион) за последние миллионы лет», но и в самые трагические 90-е годы современной России сохранить институт, сохранить коллектив и сегодня продолжать работать вместе (с.137, 136).

И еще сюжеты из третьей части — экстремальные ситуации, вызванные ледовой обстановкой на Байкале (с.146–150). Несмотря на реальную опасность, которая могла стоить жизни всей экспедиции и всей команде судна, Михаил Иванович, как истинный художник, так характеризует образование зоны торошения: «Картина вокруг потрясающая! По правому и левому бортам во льду появились трещины, между ними — вода, хотя несколько минут ранее все вокруг было покрыто льдом. Особенно большая трещина с северо-запада от нас. Ширина ее около 5–6 м, а длина — до сотни метров... Нас несет вместе с ледяным полем... Это грандиозная и устрашающая картина. Льдины громоздятся и надвигаются друг на друга... Видно, как отдельные глыбы спаянного льда высотой до метра, как маленькие кубики, выбрасываются на лед, образуя зоны торошения... Кажется, все вокруг нас охвачено движением льда... Грандиозная и устрашающая картина» (с.149).

Геология Земли

Самое главное в лунной экспедиции не то, что человек ступил на Луну, а то, что он увидел Землю.

Норман Казинз

Сложилось устойчивое мнение, что по-настоящему человечество оценило Землю, ее красоту и незащищенность, увидев нашу планету из космоса.

Тем не менее, мы солидарны с мнением академика Кузьмина, которым он делится с нами в начале четвертой части своих воспоминаний: «Очевидно, чтобы понять как, благодаря каким процессам Земля стала колыбелью мыслящего человека, что ждет человечество в будущем, необходимо понять процесс образования Земли, ее эволюцию в течение геологической истории» (с.153). И вот сегодня, в том числе и при усилии ученого и его коллег, «мы более точно узнали возраст Солнечной системы, нашей планеты, состав древнейших пород и минералов Земли, особенности состава первых сохранившихся пород земной коры и многое другое, что позволяет нам познать раннюю историю Земли» (с.163). Более



Начало января: буровой комплекс зажат льдами. В середине января участников экспедиции со льдом вынесло в центр котловины Байкала. 1997 г.

того, Михаил Иванович ставит новую, амбициозную, но решаемую задачу: «Уже наше поколение геологов должно создать новую парадигму геологической истории Земли — от ее образования до настоящего времени» (с.164). В связи с этим академик Кузьмин предложил создать с участием широкого круга специалистов интеграционную программу «Образование Земли — планеты Солнечной системы, ее эволюция от аккреции до современного состояния с формированием всех внутренних и внешних оболочек, в том числе и биосферы, венцом которой является человек» (с.172).

Политическое кредо

Политик — государственный деятель, который ставит нацию на службу себе. Государственный деятель — политик, который ставит себя на службу нации.

Жорж Помпиду

В заключительной части воспоминаний Михаил Иванович раскрывает свою общественно-политическую позицию, хотя она вырисовалась в течение всего повествования. В семье, в которой существовала «атмосфера памяти отца» и убежденность «в правильности идеалов социализма», она была впитана «с молоком матери» (с.173–175). Примером его жизненного кредо стало письмо, написанное в начале 60-х годов перед вступлением в ряды партии членам Президиума ЦК КПСС. В нем Михаил Иванович подчеркивал, что преждевременно говорить о полном построении социализма, а также выказывал беспокойство по поводу возникновения нового культа личности, когда на смену Сталину пришел Хрущев (с.176–177).

Академик Кузьмин всегда мечтал о времени, когда «у нас в стране поймут и примут замечательную аксиому, что наука спасет человечество» (с.182). Для него — патриота и гражданина — «страшным потрясением» стало принятие Федерального закона «О Российской академии наук». В течение 2013–2015 гг. он опубликовал ряд статей с целью убедить руководство страны более внимательно «рассмотреть вопрос об организации фундаментальных исследований в стране и о роли в этом Академии наук» (с.187). Завершая размышления о жизненном пути, Михаил Иванович еще раз подчеркивает: «Самое главное в нашей жизни — никогда не изменять себе» (с.205).



Михаил Иванович Кузьмин. 1990-е.

Исповедь счастливого человека

Когда-нибудь каждый поймет, что важно быть счастливым, а не идеальным.

Автор неизвестен

Конечно, историку тяжело «продираться сквозь дебри синонимов» понятийного аппарата геолога, отдавшего любимой науке более 60 лет своей жизни. Но прелесть рецензируемой монографии как раз в том и состоит, что при всей его любви к науке геология в воспоминаниях академика Кузьмина — общеисторический фон. Сама же книга — о времени, о стране и об ученых, которые окружали и окружают автора. Тем самым его познание геологии Земли выходит на принципиально новый уровень — на уровень познания людей.

Это исповедь абсолютно счастливого человека, прошедшего и продолжающего идти на протяжении многих десятилетий по тернистому пути геолога. И в таком смысле рецензируемая работа сродни документальному циклу Ильи Эренбурга «Люди, годы, жизнь»*. Именно поэтому завершить размышления историографов мы хотим словами из письма И.Г.Эренбурга А.Т.Твардовскому: «После очень длинной жизни мне не хочется говорить того, чего я не думаю, а молчание в некоторых случаях хуже, чем прямая ложь».■

* Эренбург И.Г. Люди, годы, жизнь: В 3 т. М., 2005.

Медицина

П.В.Талантов. 0,05. ДОКАЗАТЕЛЬНАЯ МЕДИЦИНА ОТ МАГИИ ДО ПОИСКОВ БЕССМЕРТИЯ. М.: Издательство АСТ: CORPUS, 2019. 560 с.



Из печати вышла важная и своевременная книга, которая, как следует из названия, посвящена доказательной медицине — ее истории, развитию, достоинствам и отличиям от гомеопатии и прочих шарлатанских практик, которые процветают и в наше время. Петр Валентинович Талантов — врач, популяризатор науки, сооснователь просветительского фонда «Эволюция», член Общества специалистов доказательной медицины и Комиссии РАН по противодействию фальсификации научных исследований. В первой части книги говорится о первых шагах медицины, когда она была еще сродни магии, а во второй описываются научные методы современной доказательной медицины. Для чего в клинических исследованиях используется плацебо, двойной слепой метод, рандомизация и математическая статистика? Ответ на этот вопрос читатель найдет в следующих четырех главах: «Герои и мерзавцы», «Детективы и убийцы», «Мошенники и исследователи», «Врачи, маркетологи... и снова маги». Адресована книга и врачам, и тем, кто далек от медицины. «Первые, — пишет автор, — найдут в ней то, чему учат не в каждом медицинском университете и с чем непросто столкнуться в каждодневной практике. Для вторых она отвечает на важные вопросы. В поисках ответов на них вы пройдете по увлекательному (хоть и извилистому) пути: побываете на приеме у первобытного лекаря, будете преследовать убийц на улицах Лондона, узнаете, как создают лекарства, и научитесь находить обман в научных статьях».

Генетика. История науки

И.А.Захаров-Гезехус. ВЫДВИЖЕНЕЦ ПО КУРСУ ОБЩЕЙ ГЕНЕТИКИ: ВАСИЛИЙ СЕРГЕЕВИЧ ФЕДОРОВ. 2-е издание, переработанное и дополненное. М.: Ваш формат, 2019. 64 с.

На момент выхода первого издания книги (Захаров-Гезехус И.А. Выдвиженец по курсу общей генетики: Василий Сергеевич Федоров и его школа. М.: Ваш формат, 2018) автор располагал лишь немногочисленными сведениями о начале пути в науку своего учителя В.С.Федорова, доцента Ленинградского государственного университета, и небольшой заметкой об отце, написанной дочерью. В марте 2019 г. автором были неожиданно получены копии документов, в которых представлено начало научной биографии ученого. Эти бумаги (в том числе с подписями Н.И.Вавилова и А.С.Серебровского) находились на кафедре генетики и селекции университета, но в 1987–1988 гг. были сданы в макулатуру. К счастью, они не пропали, их передавали из рук в руки и сохранили в семье, не имевшей отношения к генетике. Первую часть книги («Василий Сергеевич Федоров. Биография») составляют воспоминания И.В.Федоровой об отце и два очерка автора («Как Василий Федоров стал генетиком» и «Василий Сергеевич Федоров в Ленинградском университете»), к ним приложены тексты некоторых обретенных документов. Во второй части («Василий Сергеевич в памяти его учеников») собраны воспоминания И.М.Сурикова, И.А.Захарова-Гезехуса, Б.В.Ригина, Л.А.Лутовой, И.Н.Голубовской, М.Д.Голубовского, А.В.Войлокова, Н.К.Янковского и М.М.Левитина.



Научно-популярный сайт
о современной биологии

Биомолекула



КОНКУРС «БИО/МОЛ/ТЕКСТ» НА ЛУЧШУЮ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНУЮ РАБОТУ

Приглашаем участвовать исследователей, школьников, студентов, бакалавров, аспирантов, учителей, научных и медицинских журналистов и вообще всех-всех любителей науки!

Реклама

НОМИНАЦИИ

- Школьная: для учащихся до 10 класса включительно
- Наглядно о ненаглядном: нарисуй науку
- Приз Зрительских симпатий
- Свободная тема
- Своя работа
- «Сколтех»: для нынешних бакалавров

Номинацию «Сколтех» судят известные российские ученые **Михаил Гельфанд** и **Константин Северинов**

ПРИЗЫ (в зависимости от номинации):

– 30 000 ₽

- льготное поступление в некоммерческую школу Летово или магистратуру Сколтеха
- приз зрительских симпатий
- и другие приятные подарки!



ПРИЕМ РАБОТ
ДО 1 ОКТЯБРЯ 2019 ГОДА

ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ:
21 ДЕКАБРЯ 2019 ГОДА

biomolecula.ru/biomoltext/bio-mol-tekst-2019

Skoltech
Skolkovo Institute of Science and Technology

АИА-М
dia-m.ru

ШКОЛА ЛЕТОВО

РНО | Российский научный фонд

VISUAL SCIENCE
Visualization, Communication & Education

АНО
АЛЬПИНА НОН-ФИКШН

Издательство предлагает услуги по редакционно-издательской подготовке материалов, сборников, а также весь комплекс полиграфических услуг

Издательство «Наука» готово оказать услуги под ключ по организации и проведению семинаров, конференций, презентаций, выставок в конференц-залах и на экспозиционных площадках издательства по адресам:

г. Москва, Шубинский пер., д. 6, стр. 1

г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 90

Московская обл., г. Люберцы, Октябрьский пр-кт, д. 403

По всем интересующим вопросам обращайтесь по тел.: +7(495)276-1197 доб. 3321, 3371, 2241
 Подробная информация на сайте www.naukaphublishers.ru/history/partnership

ПРИРОДА 7/2019

Соучредители: РАН, ФГУП «Издательство «Наука»
 Главный редактор: А.Ф.Андреев
 Заместитель главного редактора: А.В.Бялко

Ответственный секретарь
 Е.А.Кудряшова

Научные редакторы
 М.Б.Бурзин
 Т.С.Клювиткина
 Е.В.Сидорова
 Н.В.Ульянова
 О.И.Шутова

Литературный редактор
 Е.Е.Жукова

Заведующая редакцией
 И.Ф.Александрова

Перевод содержания
 Т.А.Кузнецова

Графика, верстка:
 С.В.Усков

Подписной индекс: 70707

Дата выхода в свет: 28.07.2019

Формат 60×88 1/8. Цифровая печать

Усл. печ. л. 11,16. Уч. изд. л. 12,2

Бум. л. 12

Тираж 1000 экз.

Цена свободная

Заказ 32

Редакция и издатель: ФГУП «Издательство «Наука»

Адрес: 117997, Москва, ул.Профсоюзная, 90

По вопросам публикации материалов:

тел.: (495) 276-77-35 (доб. 4171),

e-mail: priroda@naukaran.com

По вопросам сотрудничества:

тел.: (495) 276-77-35 (доб. 4301 или 4291),

e-mail: journals@naukaran.com

Отпечатано в ФГУП «Издательство «Наука»

Адрес: 121099, Москва, Шубинский пер., 6.

Журнал зарегистрирован Государственным комитетом Совета министров СССР по печати 13 декабря 1990 г.

Свидетельства о регистрации №1202 и ПИ №1202.

Все права защищены. Перепечатка материалов возможна только с разрешения редакции.

Мнение редакции может не совпадать с мнением автора.

Ответственность за точность и содержание рекламных материалов несут рекламодатели.

12+

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ ЖУРНАЛЫ ТЕПЕРЬ ДОСТУПНЫ ВСЕМ



Уважаемые коллеги!

Открыта подписка для физических лиц на номера 2019 г. научно-популярных журналов «Земля и Вселенная», «Природа», «Энергия: экономика, техника, экология»

Журнал «Земля и Вселенная»

Стоимость годового комплекта (6 номеров) 1200 руб.

Редакция журнала

Тел.: +7(495)276-77-35 (доб. 42-31)

E-mail: zevs@naukaran.com

ул. Профсоюзная, 90, к. 423

Журнал «Природа»

Стоимость годового комплекта (12 номеров) 3000 руб.

Редакция журнала

Тел.: +7(495)276-77-35 (доб. 41-71)

E-mail: priroda@naukaran.com

ул. Профсоюзная, 90, к. 417

Журнал «Энергия: экономика, техника, экология»

Стоимость полугодового комплекта (6 номеров) 1500 руб.

Редакция журнала

Тел.: +7(495) 362-07-82

E-mail: energy@iht.mpei.ac.ru

ул. Красноказарменная, 17а

Журналы также можно приобрести в розницу в сети магазинов «Академкнига» по следующим ценам:

«Земля и Вселенная» – 220 руб.

«Природа» – 270 руб.

«Энергия: экономика, техника, экология» – 270 руб.

Подписаться можно в редакциях указанных журналов.
Убедительная просьба связаться с редакциями перед визитом.

В случае возникновения вопросов можно также обращаться в Управление по выпуску журналов ФГУП «Издательство «Наука»:
Тел.: +7(495)276-77-35 (доб. 42-91 или 43-01)
E-mail: journals@naukaran.com



40% НА КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»

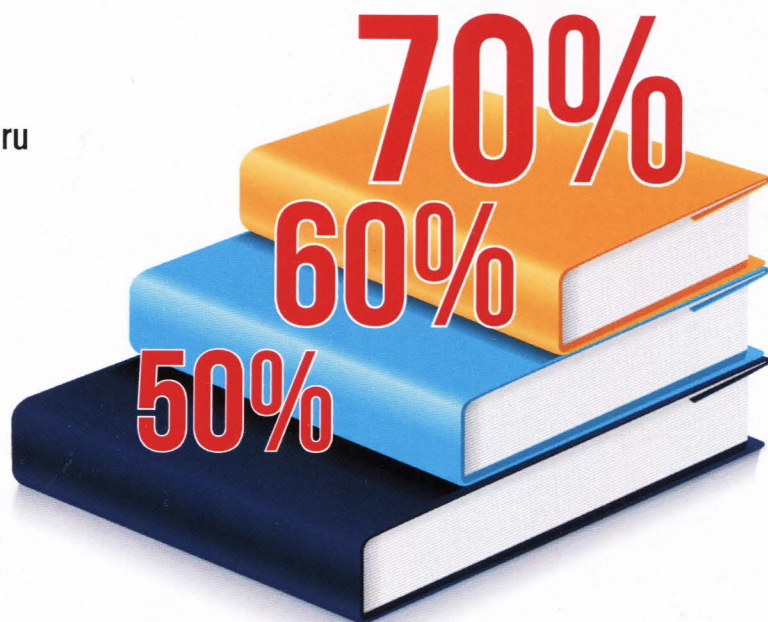
акция распространяется
в сети магазинов «Академкнига»
и в интернет-магазине naukabooks.ru

BOOK SALE

ЕЩЁ БОЛЬШЕ КНИГ И БОЛЬШЕ СКИДОК

Реклама

акция распространяется
в интернет-магазине naukabooks.ru



ИЗДАТЕЛЬСТВО
НАУКА **NAUKA**
PUBLISHERS